

Documentos

ISSN 0103 - 0205
Agosto, 2009

222

Algodão Agroecológico: Opção de Agronegócio para o Semiárido do Brasil



Embrapa

ISSN 0103-0205

Agosto, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 222

Algodão Agroecológico: Opção de Agronegócio para o Semiárido do Brasil

*Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Carlos Alberto Domingues da Silva
Cristina Schetino Bastos
Fábio Akiyoshi Suinaga
Nair Helena Castro Arriel
Francisco de Sousa Ramalho*

Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Campina Grande, PB
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Algodão

Rua Oswaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095
Caixa Postal 174
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
Home page: <http://www.cnpa.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Carlos Alberto Domingues da Silva*
Secretário-Executivo: *Renato Wagner da Costa Rocha*
Membros: *Fábio Aquino de Albuquerque, Giovani Greigh de Brito, João Luis da Silva Filho, Máira Milani, Maria da Conceição Santana Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Valdinei Sofiatti, Wirtton Macêdo Coutinho.*

Supervisão editorial: Renato Wagner da Costa Rocha
Revisão de texto: Renato Wagner da Costa Rocha
Normalização bibliográfica: Valter Freire de Castro
Tratamento de ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Edição eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Capa: Flávio Tôres de Moura

1ª edição

1ª impressão (2009): 500

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Algodão

Beltrão, Napoleão Esberard de Macêdo.

Algodão agroecológico : opção de agronegócio para o semiárido do Brasil. / por Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão... [et al]. - Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

62p. (Embrapa Algodão. Documentos, 222)

1. Algodão herbáceo. 2. Ecologia vegetal. 3. Agricultura familiar. 4. Zona árida. I. Beltrão, Napoleão Esberard de Macêdo. II. Silva, Carlos Alberto Domingues da. III. Bastos, Cristina Schetino. IV. Suinaga, Fábio Akiyoshi. V. Arriel, Nair Helena de Castro. VI. Ramalho, Francisco de Sousa. VII. Título. VIII. Série

CDD: 633.51

© Embrapa 2009

Autores

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Ecofisiologia,
pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande,
PB, napoleao@cnpa.embrapa.br

Carlos Alberto Domingues da Silva

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Entomologia,
pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande,
PB, chpd@cnpa.embrapa.br

Cristina Schetino Bastos

Engenheira agrônoma, D.Sc., em Entomologia,
pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Fábio Akiyoshi Suinaga

Engenheiro agrônomo, D.Sc., em Melhoramento
Genético, pesquisador da Embrapa Cerrados,
Planaltina, DF, fabio.suinaga@cpac.embrapa.br

Nair Helena Castro Arriel

Engenheira agrônoma, D.Sc., em Produção Vegetal,
pesquisadora da Embrapa Algodão,
nair@cnpa.embrapa.br

Francisco de Sousa Ramalho

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Entomologia,
pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande,
PB, ramalhohvv@globo.com

Apresentação

O manejo inadequado dos solos, aliado à destruição quase que completa da biodiversidade observada em áreas de monocultura em larga escala, são os principais responsáveis pela ruptura de processos ecológicos que levam à degradação das condições de produção, muitas vezes resultando em abandono da terra e busca de novas áreas. Na década de 80, por exemplo, as áreas cultivadas com algodão na região semiárida do Nordeste apresentaram uma redução significativa devido ao surgimento do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman), ao aumento nos custos de produção e às inconstâncias climáticas da região. O retorno dos investimentos, mesmo dentro de programas específicos como o da agricultura familiar não foram capazes de soerguer o algodoeiro na região. Por isto, a Embrapa Algodão resolveu unir grupos de pesquisadores de várias áreas do conhecimento que compõe a cadeia produtiva do algodoeiro, visando disponibilizar informações que possibilitem substituir de forma gradativa a agricultura convencional praticada na região pela agroecológica, a qual poderá contribuir para a formação de uma nova cadeia produtiva de algodão que seja ecologicamente sustentável.

Nesse trabalho são abordadas as principais estratégias utilizadas para se produzir algodão agroecológico no nordeste do Brasil e as diversas formas de conviver com os artrópodes-praga dessa cultura, incluindo a adoção de métodos alternativos de controle, como a preservação e o incremento de inimigos naturais das pragas, fertilização do solo, resistência de plantas a insetos e uso do policultivo.

Carlos Alberto Domingues da Silva
Chefe Adjunto de PD&I da Embrapa Algodão

Sumário

Algodão Agroecológico: Opção de Agronegócio para o Semiárido do Brasil	9
1. Introdução	9
2. Produção de Algodão agroecológico no Nordeste do Brasil	13
3. O cultivo do algodoeiro no contexto da agroecologia ...	17
4. Suplantando a principal restrição ao cultivo agroecológico do algodoeiro: a convivência com artrópodos-praga	21
5. Métodos de controle alternativo e a convivência com os artrópodos-praga que ocorrem no algodoeiro	23
6. A fertilização do solo e a nutrição das plantas e a incidência de herbívoros	29
7. Uso da resistência de plantas a insetos no contexto da agroecologia	32
8. Os policultivos e a ocorrência de artrópodos-praga e seus inimigos naturais	34
9. Diretrizes e proposta de pesquisa participativa e difusão da agroecologia no Semiárido do Brasil	39
9.1. Estratégia de ação de difusão de tecnologia	48
9.1.1. Visitas orientadas, oficinas temáticas e dias de campo a fim de irradiar os conhecimentos gerados	48
Referências	51

Algodão Agroecológico: Opção de Agronegócio para o Semiárido do Brasil

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Carlos Alberto Domingues da Silva

Cristina Schetino Bastos

Fábio Akiyoshi Suinaga

Nair Helena Castro Arriel

Francisco de Sousa Ramalho

1- Introdução

O sucesso da agricultura moderna deve-se, principalmente, aos avanços científicos e as inovações tecnológicas empregados na produção de alimentos e fibras. No entanto, esse sucesso poderá tornar-se insustentável, em longo prazo, devido à deterioração das condições que o tornaram possível, com efeitos negativos sobre a natureza, elevados custos sociais para a humanidade e perda de competitividade (GLIESSMAN, 2005). De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), a degradação do solo de regiões semiáridas na África e Ásia é causada por um complexo conjunto de fatores envolvendo o homem e seus rebanhos, cultivos invadindo áreas marginais e a coleta de madeira para combustível. As políticas agrárias e de incentivos têm minado as práticas tradicionais de uso da terra e contribuído para a degradação através do pastoreio intensivo. A pecuária sucede o desmatamento, com fazendas de criação empurrando as fronteiras agropecuárias para dentro das áreas de florestas tropicais remanescentes. Este é o caso das Américas Central e do Sul, África Central e Sudeste da Ásia. Significantes perdas de biodiversidade e emissão de gases de efeito estufa estão associadas com o desmatamento. Em partes da Europa e Estados Unidos da América, e em áreas densamente povoadas do leste da Ásia, a produção de resíduos animais pode exceder a capacidade de absorção da terra e da água,

contaminando os lençóis freáticos e poluindo o solo. No Brasil a situação não é diferente. O incremento das exportações, o qual 37% são produtos oriundos da agropecuária, e suas perspectivas de crescimento, apesar da importante geração de divisas e equilíbrio da balança comercial, tem sido acompanhado de impactos sobre os ecossistemas e populações rurais. A redução das áreas naturais dos Campos Sulinos, Mata Atlântica e Cerrados e, mais recentemente, a entrada da fronteira agrícola na Amazônia Legal, são exemplos dos riscos inerentes deste setor e da necessidade de se estabelecer novas abordagens desta realidade (MARCO... 2006).

Portanto, vê-se a necessidade de rever o modelo de produção agropecuário, pois seus pressupostos originais não têm contemplado as salvaguardas ao meio ambiente e saúde humana (RIECHEMANN, 2002). Não há solução possível para a crise ecológica global sem uma ecologização do setor agro-alimentar. O objetivo não deve ser somente maximizar os rendimentos, mas também otimizá-los de maneira sustentável: conseguir rendimentos ótimos compatíveis com a estabilidade dos agro-ecossistemas, com a qualidade do retorno em que estão inseridos, com a segurança alimentar de toda a população humana e com a inclusão social. O conceito chave é não tratar as técnicas e tecnologias agropecuárias, simplesmente, para produzir mais, mas para produzir melhor (GLIESSMAN, 2005).

Dentro desse cenário, a Embrapa como instituição de referência mundial em pesquisa agropecuária tropical, viabilizando tecnologias, produtos e serviços cada vez mais adaptados à múltipla realidade brasileira, vem ao longo dos últimos anos reagindo com eficiência às mudanças de paradigma da agropecuária, não só às ligadas ao uso da terra, mas também considerando o social e exigências do mercado consumidor. Particularmente, a necessidade de se considerar a conservação dos recursos naturais e o bem-estar da população exigem que a Empresa garanta o seu protagonismo em abordagens que incluam vários elementos, buscando mecanismos de atuação, via criação ou adequação de suas unidades de pesquisa, assim como o desenvolvimento em temas inovadores. É nesse contexto que se concretizou uma estratégia de institucionalização da abordagem agroecológica na Embrapa: MARCO REFERENCIAL EM AGROECOLOGIA.

De acordo com suas diretrizes estratégicas, a Embrapa, tem como missão viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável (entendido como arranjo político, sócio-econômico, cultural, ambiental e tecnológico que permitem satisfazer as aspirações e necessidades das gerações atuais e futuras) do espaço rural, com foco no agronegócio (conceito que engloba os fornecedores de bens e serviços ao setor agrícola, os produtores agrícolas, os processadores, os transformadores e os distribuidores envolvidos na geração e no fluxo dos produtos da agricultura, pecuária e floresta até o consumidor final, incluindo a agricultura familiar em suas diferentes modalidades, os assentados de reforma agrária e as comunidades tradicionais). Esta missão é cumprida por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício dos diversos segmentos da sociedade brasileira. Neste contexto, a Agroecologia surge como uma importante ferramenta para o cumprimento dessa missão, pois promove complexas transformações sociais e ecológicas necessárias para assegurar a sustentabilidade da agricultura e do desenvolvimento rural. Ela promove o desenvolvimento de agro - ecossistemas equilibrados, que produzem o suficiente sem danificar as fontes da fertilidade da terra, devendo propor a orientação teórica para a reorientação dos desenhos de sistemas produtivos. Enfim, a Agroecologia concretiza um esforço de construção de modelos de agricultura e de sociedade onde não haja custos socioculturais, ambientais e econômicos ocultos (RIEHEMANN, 2002). Dessa forma, a Agroecologia se constitui em uma realidade concreta de construção do conhecimento que parte da interação entre a biodiversidade ecológica e a sócio-cultural local, dos saberes dos agricultores e dos técnicos envolvidos no processo de desenvolvimento (FREIRE, 1983).

É fundamental ressaltar que a Agroecologia somente pode ser entendida na sua plenitude, quando relacionada diretamente ao conceito de sustentabilidade e justiça social. Nesse sentido, a Agroecologia se concretiza quando, simultaneamente, cumpre com os preceitos da sustentabilidade econômica (potencial de renda e trabalho e acesso ao mercado), ecológica (manutenção ou melhoria da qualidade dos recursos naturais), social (inclusão das populações mais pobres e segurança alimentar), cultural (respeito às culturas tradicionais), política (movimento organizado para a

mudança) e ética (mudança direcionada a valores morais transcendentais) (GLIESSMAN, 2005).

Estrategicamente, o enfoque agroecológico cumpre papel relevante na ampliação e fortalecimento das bases científicas, promovendo a inovação tecnológica e os arranjos institucionais adequados para desenvolver as capacidades produtivas dos pequenos produtores e empreendedores, com sustentabilidade e competitividade, as quais são necessárias para propiciar a segurança alimentar, a nutrição e a saúde da população com uso sustentável dos biomas (ALTIERI, 1989ab).

Dentro desse contexto, o Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA, tem dentre sua missão, estabelecer ações direcionadas a promover o avanço da fronteira do conhecimento científico e tecnológico de baixo impacto ambiental para a cultura do algodoeiro; desenvolver cultivares de algodão adaptadas ao cultivo na região semiárida do Brasil; fortalecer a agricultura familiar e o agronegócio e integrar a cotonicultura à indústria e ao consumidor.

Na região semi-árida, a condição sócio-econômica do agricultor nordestino tem sido calamitosa por anos. Esta condição persiste, principalmente, devido à propagação da agricultura conduzida aplicando técnicas convencionais, que requerem a adoção de grande quantidade de insumos que demandam investimentos não possuídos pelo agricultor do semi-árido. Devido às inconstâncias climáticas na região, é comum a obtenção de baixa produtividade, não sendo na maioria das vezes equivalente aos investimentos realizados. Assim, o retorno dos investimentos, mesmo dentro de programas específicos como o da agricultura familiar não é possível. A agricultura agroecológica não é sinônimo de adoção de pouca tecnologia ou que a tecnologia não seja necessária. Na verdade, o manejo de cultivos com tecnologias adaptadas e de baixo custo, contribuirá para melhorar a condição sócio-econômica do agricultor. Sendo assim, tecnologias que objetivem atender a condição específica deste agricultor, avaliando os componentes do seu agro-ecossistema, de maneira holística tenderão a melhorar sua atual condição.

2. Produção de algodão agroecológico no Nordeste do Brasil

O cultivo do algodoeiro constitui-se na maior atividade fornecedora de fibra para diversos fins, funcionando como instrumento de inclusão social no Nordeste do Brasil. A produção mundial oriunda do seu cultivo, em 2008, foi da ordem de 26 milhões de toneladas de fibra (FAO, 2009). A cultura é considerada a principal fornecedora de matéria prima às indústrias têxteis, sendo responsável por atender cerca de 50% da demanda global por fibras (MYERS, 1999). Os principais produtores mundiais são a China (30%), a Índia (20%), os Estados Unidos (16%), o Paquistão (7%) e o Brasil (6%), com os demais países representando 21% do percentual total de produção (USDA, 2008).

No Brasil (safra 2008/2009) o Centro-Oeste é a principal região produtora do algodoeiro seguida pela região Nordeste. Mato Grosso é o principal estado produtor do Brasil, sendo ainda o que possui a maior área plantada e alcança as maiores produtividades do país. No Nordeste, a Bahia é o principal estado produtor e o segundo maior estado em produção e área no Brasil (CONAB, 2009).

Na safra 2008/2009 o estado da Bahia respondeu por 92,7% da produção total de fibras do algodoeiro no Nordeste, enquanto o estado da Paraíba foi responsável por 0,2% desse total; sendo o sexto estado em volume produzido e em área plantada e o quinto em produtividade. Os estados que possuem as maiores produtividades do Nordeste (Bahia e Maranhão) alcançam patamares próximos a 1.500 Kg de algodão em pluma/ha. Todavia, a produtividade média do algodão produzido na Paraíba e no estado de Pernambuco, se situa em torno de 287 e 251 kg de algodão em pluma/ha, respectivamente (CONAB, 2009).

Pelo exposto percebe-se uma grande concentração das áreas de cultivo do algodoeiro e de alta produtividade na região do Cerrado Brasileiro, sendo as produtividades alcançadas ou mantidas nestes locais a custas de altos investimentos. Todavia, a situação em termos de área plantada e distribui-

ção da produção no país nem sempre apresentou este panorama, como verificado nos dias atuais. Entre 1975 a 1982 a área total cultivada com algodão mocó no Brasil oscilava entre 2.000.000 a 2.500.000 ha e a área cultivada com algodão herbáceo se situava em torno de 1.500.000 ha (IBGE, 1978; 1982; 1983). A partir de 1983, devido à entrada do bicudo-do-algodoeiro no Brasil (RAMALHO et al., 2000) a área cultivada com algodoeiro mocó foi reduzida significativamente para quase a metade já na safra 1983/1984 (IBGE, 1986). A área cultivada com o algodoeiro herbáceo não sofreu queda tão drástica nesse mesmo período, mantendo-se estável em torno dos valores cultivados anteriormente, apesar de também ter sofrido queda durante alguns períodos específicos (IBGE, 1986).

A presença do bicudo nos algodoais do Nordeste, portanto, pode ser considerado um propulsor das alterações verificadas nos padrões de cultivo até então adotados. À medida em que a praga se disseminou pelo Nordeste, as áreas com algodoeiro foram sendo deslocadas para outras regiões e as variedades de hábito semi-perene ou perene (principais cultivares plantadas nesta região) foram sendo gradualmente substituídas por outras de ciclo anual e com frutificação densa. Por isto, a região perdeu sua expressividade nacional em termos de produção de algodão e muitos produtores abandonaram sua atividade agrícola. Apesar disso, a cultura do algodoeiro foi e continua sendo explorada, principalmente, por produtores que possuem pequenas propriedades, o que leva a cultura a receber a denominação de cultura de inclusão social no Nordeste brasileiro (BELTRÃO et al., 1995).

Atualmente, a principal característica do sistema de cultivo do algodoeiro em vigência nas principais regiões produtoras é a forte dependência em insumos modernos (fertilizantes e pesticidas sintéticos), que incrementam o custo de produção da cultura, estimado em cerca de US\$ 1.500,00/ha e, determina o limiar de lucro da cultura. Dada a esta característica, o cultivo do algodoeiro vem se tornando cada vez mais restrito a uma pequena parcela de cotonicultores, que respondem pela produção em larga escala, já que a adoção dessas tecnologias pelos agricultores familiares que compõem a maior parte do sistema produtivo do Semiárido Nordestino é bastante

restrita. Isto se deve principalmente, ao baixo poder econômico e social dos cotonicultores do semi-árido e também as condições climáticas da região.

Na região Semiárida do Brasil, embora, o volume de produção de algodão obtido nas áreas cultivadas por agricultores familiares não se aproximar do grande volume de produção obtido no cerrado, a contribuição dada por esses membros no sistema produtivo do algodoeiro não é pequena. De acordo com dados do IBGE de 1996, das 17.930.890 pessoas ocupadas em atividades agrícolas no Brasil, 8.210.809 estavam exercendo atividades na Região Nordeste, contra apenas 1.018.201 de pessoas na Região Centro-Oeste do Brasil. Essa situação demonstra que a atividade agrícola desenvolvida no Nordeste, funciona como fixadora do homem no campo. Por isto, a adoção de ações favoráveis para sua continuidade deve ser estimulada, a fim de que, essa atividade permaneça contribuindo para o desenvolvimento social e econômico da região.

Sendo assim, soluções que possibilitem a reinserção dos agricultores no sistema produtivo vigente podem representar a condição para sua continuidade como participantes da cadeia produtiva. Tais soluções devem ser específicas e devem atender as demandas locais, incorporando as limitações de capital e ambiente inerentes a esses produtores.

Considerando o cenário atual, vislumbra-se a oportunidade para se desenvolver um sistema de produção para o algodoeiro, constituído por um conjunto de tecnologias, capaz de agregar valor a produção e proporcionar sustentabilidade ecológica, social e econômica ao seu sistema produtivo. Assim, o sistema de produção para o algodoeiro construído em bases ecológicas, isto é, agroecológico, desponta com uma solução viável para o semiárido nordestino e oferece uma alternativa de cultivo para regiões consideradas marginais à atividade agrícola.

Em suas várias concepções, a agroecologia é uma disciplina que define, classifica e estuda os sistemas agrícolas sob uma nova perspectiva ecológica e sócio-econômica (ALTIERI, 1989a). Esta concepção tem permitido um melhor entendimento de forma integrada dos vários fatores que governam

a produção agrícola e o desenvolvimento de tecnologias que possibilitam manipular esses fatores de uma forma ambientalmente desejável (LOWRENCE et al., 1984).

Em particular, a condução das lavouras de acordo com a concepção tradicional, faz com que elas sejam consideradas agro-ecossistemas instáveis e, principalmente, que apresentem dificuldades para efetuar reciclagem de nutrientes, promover a conservação do solo e possibilitar o manejo das populações de insetos-praga e doenças. O funcionamento do sistema depende de uma contínua intervenção humana. Como resultado, as plantas selecionadas para o cultivo, freqüentemente não conseguem se reproduzir sem a assistência humana e são incapazes de competir com as espécies espontâneas sem um controle adequado (ALTIERI, 1989a).

Os agroecossistemas sustentáveis, por sua vez, se estabelecem baseados em premissas que preconizam a conservação dos recursos renováveis, a adaptação da agricultura ao ambiente, e a manutenção de um nível sustentável de produtividade. Para isso o sistema deve: limitar a inclusão de energia e recursos; empregar métodos de produção que restaurem mecanismos homeostáticos que levem à estabilidade comunitária; aperfeiçoar a taxa de retorno e reciclagem de matérias orgânicas e nutrientes; maximizar a capacidade de múltiplo uso da terra e garantir um fluxo eficiente de energia; encorajar a produção de itens alimentares adaptados à conjuntura natural e sócio-econômica; reduzir os custos e aumentar a eficiência e a viabilidade econômica de pequenas e médias propriedades, promovendo, assim, um sistema agrícola diversificado e potencialmente resistente (ALTIERI, 1989a). Logo, considerando que o sistema possui a característica de envolver a integração de muitas práticas ecologicamente desejáveis (culturas de cobertura, consorciação e rotação de culturas, uso de biofertilizantes e controle alternativos de pragas e doenças) em um sistema global, de forma a favorecer a sustentabilidade através da redução da necessidade de introdução de insumos modernos. Essas premissas vão de encontro às necessidades dos agricultores do Semiárido, que não possuem condições de adotar um sistema amplamente dependente de insumos modernos, dada a sua condição sócio-econômica.

Vários países têm apresentado experiências positivas no cultivo do algodoeiro estabelecido de acordo com padrões agroecológicos. No Brasil, poucos grupos estão desenvolvendo ações no sentido de viabilizar a produção do algodoeiro de acordo com esses princípios. No Nordeste brasileiro, especificamente no semiárido cearense, o Centro de Pesquisa e Assessoria (Esplar) apregoa o cultivo do algodoeiro arbóreo estabelecido em bases ecológicas desde 1989. Essa região destaca-se por apresentar condições climáticas favoráveis a redução da incidência de pragas do algodoeiro que, de certa forma, tem viabilizado o cultivo, seguindo-se tais prerrogativas. Entretanto, mesmo nessas áreas, a principal ameaça à sustentabilidade do cultivo é o ataque de insetos-praga, considerando que o algodoeiro possui cerca de 18 espécies com potencial de se tornarem pragas da cultura (ALMEIDA et al., 2008).

Na atualidade, a principal praga do algodoeiro no Nordeste do Brasil é o bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, face à dificuldade de seu controle. Além do bicudo, o curuquerê-do-algodoeiro, *Alabama argillacea* (Hubner) possui surtos freqüentes de ocorrência nas lavouras algodoeiras do semiárido nordestino. Outros insetos também ocorrem associados aos cultivos, todavia o alcance do status de praga é menos freqüente.

Por isto, a utilização de táticas alternativas de controle que sejam ecológica, social e economicamente indicadas, inseridas nos cultivos agroecológicos do algodoeiro podem possibilitar a sua convivência com insetos-praga, garantindo a sua sustentabilidade.

3. O cultivo do algodoeiro no contexto da agroecologia

O problema da fome e da pobreza rural nos países em desenvolvimento tem sido atribuído, principalmente, a baixa produção das culturas. Tentativas de resolver o problema da fome têm priorizado o desenvolvimento de um sistema de cultivo no qual a agricultura de baixa produtividade e direcionada à subsistência seja transformada em agricultura comercial de alta produtividade. Após a segunda guerra mundial, medidas que

objetivavam acelerar esse processo de transformação foram amplamente divulgadas e essas incluíam alterações nas práticas agronômicas de cultivo, adoção de mecanização, uso de sementes melhoradas, pesticidas e fertilizantes (ALTIERI, 1989a).

Esse processo de transformação tecnológica contribuiu para aumentar a dependência dos países em desenvolvimento, beneficiando principalmente, as culturas destinadas à exportação. Nas regiões em que a agricultura de subsistência foi substituída pela agricultura comercial, surgiram diversos problemas ecológicos e sociais, como a perda de auto-suficiência, a erosão genética, a perda do conhecimento agrícola tradicional e a persistência da pobreza rural (TOLEDO et al., 1985). No caso específico do algodoeiro, esses problemas foram de considerável magnitude porque o desenvolvimento de cultivares produtivas ocorreu paralelamente ao incremento dos custos sociais e ambientais de cultivo, os quais não se refletiram na elevação dos preços e afetaram seriamente a vida e a saúde das pessoas e a qualidade do ambiente (MYERS, 1999).

Dos problemas advindos do cultivo comercial do algodoeiro, o uso excessivo de agrotóxicos é talvez a mais séria e a principal razão pela qual muitas pessoas e organizações são estimuladas a modificar os padrões de cultivo atualmente aceitos. Grande quantidade dos agrotóxicos que possuem toxicidade aguda é usada no sistema de produção de algodão comercial, sendo esta uma das principais motivações para que se busquem métodos alternativos de controle de pragas que proporcionem a sustentabilidade do sistema agrícola.

Embora, no período compreendido entre 1983 e 1994, a área do planeta cultivada com algodão correspondesse 2 a 3%, o consumo de pesticidas foi de 10 a 12%; chegando em 1994, a registrar um crescimento da ordem de 11% sobre os valores da década anterior (MYERS, 1999). Dados relativos à venda anual de defensivos agrícolas no Brasil no ano de 1998, indicavam que o cultivo do algodoeiro movimentava cerca de US\$ 136.054.000, sendo US\$ 97.293.000 gastos com a aquisição de inseticidas, US\$ 1.332.000 com acaricidas, US\$ 312.000 com fungicidas, US\$ 32.707.000

com herbicidas e 4.410.000 com outros produtos que incluem reguladores de crescimento, óleo mineral e espalhante adesivo. O gasto total com defensivos para tratamento de sementes foi da ordem de US\$ 6.135.000, sendo 5.239.000 gastos para aquisição de inseticidas e US\$ 896.000 gastos para aquisição de fungicidas (IBGE, 1999). O volume gasto nesta safra correspondeu a cerca de 6% do volume total de defensivos agrícolas comercializados no país para as mais diversas lavouras. O algodoeiro ficou em sexto lugar em termos de gastos para aquisição de pesticidas e em quarto lugar nos gastos com pesticidas para o tratamento de sementes (IBGE, 1999). O uso de inseticidas predomina em relação aos demais agrotóxicos, seja a nível regional ou mundial; o algodoeiro foi responsável pelo consumo de 17% do volume total de inseticidas comercializados no Brasil em 1998 e de 24% do volume total de inseticidas comercializados no mundo em 1994 (IBGE, 1999; MYERS, 1999).

Em decorrência do uso massivo de agrotóxicos, o cultivo do algodoeiro tem sido apontado como o principal responsável por inúmeros casos graves de contaminação ambiental, como os do Mar de Aral, no Usbequistão, do Imperial Valley na Califórnia, do Vale do Cañete no Peru e, especialmente, no Brasil nas regiões de Iguatu, no Ceará e em Santa Helena, em Goiás (LIMA, 1995).

Sendo assim, esforços têm sido envidados por várias instituições de pesquisa em diversos locais do mundo na tentativa de tornar o sistema de produção do algodoeiro menos prejudicial ao ambiente e a humanidade. Por isto, ao final dos anos 80 e início dos anos 90, países como a Austrália, Argentina, Brasil, Egito, Estados Unidos, Equador, Grécia, Índia, Israel, Moçambique, Nicarágua, Paraguai, Peru, Senegal, Tanzânia, Turquia, Uganda, Zimbábue, Zâmbia, iniciaram suas pesquisas para viabilizar o cultivo agroecológico do algodoeiro (LIMA, 1995).

Na última década, cotonicultores adeptos ao sistema comercial de cultivo, ao se defrontarem com problemas de exaustão do solo, resistência de insetos-praga aos inseticidas e baixos preços da pluma de algodão, passaram a adotar o sistema de produção do algodão em bases ecológicas (MYERS, 1999).

Na região Semiárida do Brasil, a demanda por estudos visando o cultivo do algodoeiro em bases agroecológicas tem se configurado em uma alternativa viável para reduzir os graves processos de degradação do solo e de convivência ecologicamente vantajosa com as pragas-chave dessa cultura (SOUZA, 2000).

O sistema "convencional" de cultivo do algodoeiro atualmente em vigência no Semiárido da Paraíba utiliza predominantemente o plantio de sementes (em geral de algodão colorido) disponibilizadas pelo governo estadual, que também se encarrega de viabilizar a assistência técnica através da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e de comprar e beneficiar a produção. A EMATER por sua vez, se encarrega de acompanhar os cultivos detectando as infestações iniciais das pragas e prescrevendo o controle do bicudo com inseticida também distribuído pelo governo estadual. Cada produtor recebe até dois litros de inseticida/safra e as sementes disponibilizadas são oriundas do beneficiamento do algodão produzido na safra anterior.

A experiência dos agricultores do semi-árido nordestino com o cultivo do algodoeiro em bases agroecológicas, é restrita a alguns locais. Na região do semi-árido cearense, o Esplar tem sido a principal entidade motivadora de agricultores ao cultivo do algodoeiro em bases ecológicas. Entre 1990 e 1996, o Esplar implementou o projeto de Pesquisa e Desenvolvimento "Manejo ecológico do algodoeiro mocó (*Gossypium hirsutum* L. r. mariegalante Hutch.) visando a convivência com o bicudo". Esse projeto contou com a participação direta de agricultores familiares de diferentes municípios cearenses, com quem as bases do manejo agroecológico foram discutidas e a condução das áreas experimentais foi negociada. Com base nos primeiros resultados dessa pesquisa, iniciou-se em 1994, a difusão da proposta apoiada por uma linha de financiamento do Plano de Desenvolvimento Agroecológico e Participativo dos Pequenos Produtores de Tauá, CE. Ele foi implementado pela Associação de Desenvolvimento Educacional e Cultural de Tauá (ADEC) que congrega agricultores familiares deste município. Cerca de 250 ha de lavouras conduzidas por 130 agricultores tiveram seus solos recuperados e expressiva parte desses agricultores assimilaram

técnicas como o plantio em nível e o uso da leucena no consórcio com algodão. Nessas lavouras, foram constatados aumentos de cerca de 90% e 198% de agricultores que passaram a adotar o plantio em nível e utilizar leucena no consórcio com algodão, respectivamente, em comparação ao período anterior (SOUSA, 1999).

Por isto, o cultivo do algodoeiro em bases agroecológicas continua a ser difundido pelo Esplar e conta atualmente com agricultores dos municípios de Choró, Tauá e Massapê. Essa iniciativa teve o mérito de colocar o Esplar e as organizações de agricultores familiares em contato com o mercado emergente de algodão orgânico. Assim, entre 1993 e 1994, a ADEC vendeu para a Filobel Indústrias Têxteis do Brasil, Jundiá, SP, 10,5 toneladas de algodão em pluma, produzidos sem qualquer insumo químico e destinados à fabricação de camisetas de algodão orgânico (LIMA; OLIVEIRA, 2000).

Apesar da adoção do cultivo agroecológico do algodoeiro estar restrita a algumas áreas do semiárido nordestino, considerando as premissas básicas contidas no modelo preconizado que prevê o alcance da sustentabilidade ambiental, econômica e social (SENA, 2002), a implantação e disseminação do sistema em outras regiões do semiárido poderão contribuir para melhoria da qualidade de vida dos agricultores envolvidos na cadeia produtiva do algodoeiro, reduzindo sua segregação e/ou marginalização.

4. Suplantando a principal restrição ao cultivo agroecológico do algodoeiro: a convivência com artrópodos-praga

Em termos gerais, pode-se aumentar a produção pela expansão da área plantada, pelo aumento da produtividade (geralmente através do aumento no uso de insumos agrícolas) ou através da obtenção de múltiplas safras por ano. Qualquer que seja a estratégia utilizada, a produção é influenciada pelo manejo adotado, pelo ambiente e pelo genótipo da espécie de planta a ser cultivada. O manejo inclui o arranjo da cultura no tempo e no espaço e as técnicas culturais adotadas. O ambiente compreende as variáveis de solo e

clima, modificáveis através do manejo. O genótipo da espécie de planta a ser cultivada é inerente à variedade escolhida e sua faixa de adaptação (ALTIERI, 1989b).

Dentre as mudanças no genótipo passíveis de serem implementadas, pode-se optar pela escolha de espécies já disponíveis, pela introdução de novas culturas e pela seleção e melhoramento de cultivares mais adaptadas às condições do cultivo. A mudança no ambiente inclui a adoção de medidas, tais como, o plantio na época certa, a utilização de populações de plantas, espaçamentos e configurações adequados, a alteração na competição com outros organismos vivos, o preparo correto do solo e as mudanças nas condições do solo (ALTIERI, 1989b). Apesar de estas estratégias apresentarem-se de maneira isolada, a alteração em qualquer uma delas terá influência direta sobre outra estratégia adotada. Isso equivale a dizer que a alteração no estado nutricional das plantas ou dos genótipos plantados ou da combinação de genótipos ou espécies utilizadas, por exemplo, terão grande influência na competição estabelecida entre as culturas exploradas e seus competidores, como por exemplo, os artrópodos fitófagos.

Considerando que o algodoeiro é atacado por uma ampla diversidade de artrópodos fitófagos com potencial de causar sérias perdas à cultura, o grande paradigma da adoção do manejo agroecológico do algodoeiro passa a ser o melhor convívio com tais competidores. Nesse particular, todas as estratégias que possibilitem uma melhoria nos retornos obtidos com as culturas presentes no cultivo agroecológico devem ser compatíveis com a redução da competição imposta por artrópodos fitófagos. Sendo assim, o cultivo de combinações de plantas e genótipos selecionados em solos férteis devem criar um ambiente favorável a planta e aos organismos benéficos e desfavorável aos fitófagos. Dessa forma, a população remanescente de fitófagos que ocorre infestando os cultivos, pode ser mantida abaixo do nível de dano econômico, através da adoção do controle alternativo, com o uso de plantas inseticidas e liberação de inimigos naturais, já que qualquer método de controle possui sua eficiência potencializada em condição de baixa densidade populacional dos organismos-alvo (ALTIERI, 1989ab; GLIESSMAN, 2005).

Adicionalmente, a filosofia do manejo integrado de pragas possui premissas gerais (de integração de táticas para melhor convívio com os insetos-praga) que podem ser aplicadas tanto ao cultivo tradicional como ao manejo agroecológico. A filosofia prevê que em situações em que se almeje alterar o status de um dado inseto de "praga" para não-praga, vários tipos de estratégias podem ser desenvolvidos e estas incluem: não fazer nada, reduzir a densidade populacional da praga, reduzir a suscetibilidade da cultura à injúria imposta pela praga, combinar a redução na densidade populacional com a redução na suscetibilidade da cultura (PEDIGO, 2002). Cada uma destas estratégias pode ser empregada de várias maneiras através da adoção de táticas disponíveis para o manejo integrado de pragas. Assim, dentro da concepção de manejo agroecológico do algodoeiro, a estratégia de redução das densidades populacionais de insetos-praga pode ser alcançada através da redução da adequabilidade do habitat para a praga ou através da redução dos locais potenciais de reprodução e sobrevivência das mesmas. A utilização da estratégia de redução da suscetibilidade da cultura à injúria imposta pela praga normalmente envolve alteração na adequabilidade da planta hospedeira aos insetos ou no manejo ecológico (manipulação do ambiente em que o hospedeiro se desenvolve). Por fim, a combinação das duas últimas estratégias mencionadas anteriormente é a que conduz a um programa integrado, no qual várias táticas são incluídas (PEDIGO, 2002). Sendo assim, a liberação de inimigos naturais, o manejo da fertilização do solo e das plantas a serem utilizadas em policultivo e a seleção das plantas melhor adaptadas ao policultivo e que suportem as injúrias provocadas por insetos, contribuem de forma integrada, para a redução da densidade populacional de pragas. Ao mesmo tempo contribuem para a redução de suscetibilidade da cultura ao impacto dos artrópodos-praga, sendo passíveis de serem adotadas no sistema de manejo agroecológico do algodoeiro.

5. Métodos de controle alternativo e a convivência com os artrópodos-praga que ocorrem no algodoeiro

Dentre os métodos utilizados no controle alternativo de pragas, e que possuem potencial de serem empregados no cultivo agroecológico do algodoeiro, destacam-se o controle cultural através da destruição de restos

da cultura após a colheita e catação e destruição de estruturas infestadas pelas pragas; o controle através do emprego de inseticidas naturais e o controle biológico de pragas através da introdução e conservação de inimigos naturais. Estes métodos de controle podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto, podendo ainda ser integrados a outras práticas de manejo que atuem reduzindo a população de pragas ou favorecendo o estabelecimento de populações de inimigos naturais.

O controle cultural pode ser definido como a manipulação do ambiente a fim de reduzir as taxas de incremento das pragas e os danos provocados às culturas. O controle cultural, normalmente envolve a manipulação de fatores ambientais e não implica na adição de novos fatores (como inseticidas sintéticos ou botânicos). A idéia desta estratégia de manejo é a de encontrar pontos fracos no ciclo de desenvolvimento dos insetos e explorá-los. Esses pontos fracos podem ser padrões comportamentais para completar o desenvolvimento ou para localizar abrigo adequado (PEDIGO, 2002).

Após a entrada do bicudo do algodoeiro nos EUA (entre 1890 e 1893), a principal medida decorrente das investigações iniciais envolvendo a biologia e o manejo do bicudo, foi à implementação de um sistema de supressão empregando várias táticas. As táticas específicas empregadas para favorecer o escape da cultura do ataque do bicudo, envolviam a utilização de cultivares de ciclo curto associadas à destruição dos restos de cultura, medidas que ainda são consideradas como componente-chave nos sistemas atuais de manejo da praga. O conceito de "cultura armadilha" foi introduzido mais tarde por alguns cientistas, e objetivava obter controle do bicudo no início do ciclo da cultura. Constatou-se que a catação e destruição dos botões florais do algodoeiro caídos ao solo, constituíam-se em medidas eficientes na redução das populações dessa praga. Esta tática é, provavelmente, a que mais contribuiu para o declínio nos níveis populacionais do bicudo no Delta do Mississippi (KING et al., 1996). Parte considerável destas medidas, ainda, continua a ser utilizada por pequenos agricultores, principalmente por aqueles que adotam o cultivo agroecológico do algodoeiro, já que as pequenas áreas e a disponibilidade da mão de obra familiar facilitam sua adoção. A tática de controle cultural para convívio com o

bicudo, principalmente a catação e destruição de botões florais infestados pela praga, além de surtir grande efeito sobre a redução da população, possui compatibilidade com outras medidas empregadas para convívio com as pragas que ocorrem associadas ao algodoeiro, já que não implica na mudança do sistema de cultivo empregado (ALMEIDA et al., 2008).

Os níveis de dano do bicudo, por exemplo, tem sido mantido em níveis aceitáveis através da adoção de ações que incluem introdução de diversidade no campo através do plantio em linhas paralelas às de algodão de espécies como a leucena, gergelim, girassol, milho (Prancha I - A) e plantas do gênero *Vigna*. Os agricultores realizam ainda a coleta de botões florais caídos ao solo e sua destruição a cada três ou quatro dias. Como resultado da adoção destas medidas, apesar de muitas pragas severas estarem presentes nos cultivos, elas não se multiplicam a ponto de se tornarem pragas (ELZAKKER, 1999).

Outra tática alternativa de controle de pragas do algodoeiro é a conservação e liberação de inimigos naturais das pragas. Esta tática é definida como controle biológico. Teoricamente o controle biológico é considerado como a relação estabelecida entre dois ou mais organismos na qual um organismo denominado inimigo natural, age predando, parasitando ou competindo com outro organismo, denominado praga, o qual tem seu crescimento populacional impedido ou reduzido. Este conceito pode ser aplicado ao agroecossistema do algodoeiro, onde se constata que os inimigos naturais ao exercerem sua ação de controle podem manter as densidades populacionais de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico. Contudo sua ação mais freqüente, diz respeito à limitação do crescimento populacional da praga, mas não a ponto de reduzi-lo a densidades abaixo do nível de dano econômico. Um exemplo desta afirmativa é a mortalidade do bicudo do algodoeiro (de até 70%) por inimigos naturais e fatores ambientais, e parasitismo de ovos da lagarta das maçãs (de até 99%), que apesar de serem considerados excelentes em nível de campo, não são suficientes para evitar danos econômicos provocados por estas pragas devido às particularidades como ataque às estruturas reprodutivas das plantas (FLINT; DREISTADT, 1998; KING et al., 1996).

Foto: Carlos Alberto D. da Silva



A- Algodão consorciado com milho. Barbalha, CE. B- Fêmea de *Podisus nigrispinus* predando lagarta do curuquerê 2009.

Foto: Medeiros, R.S.



B- Fêmea de *Podisus nigrispinus* predando lagarta do curuquerê.

Foto: Carlos Alberto D. da Silva



C- Lavoura de algodão pulverizada com caolim

Foto: Raul Porfírio de Almeida



D- Lagarta do curuquerê do algodoeiro infectada pelo fungo entomopatígeno *Beauveria bassiana*.

Foto: Carlos Alberto D. da Silva



E- Adulto do bicudo do algodoeiro infectado pelo fungo entomopatígeno *Beauveria bassiana*

Foto: Eleusio Curvelo Freire



F- Fertilização do solo em lavoura de algodão

Prancha I-A

Estes níveis de mortalidade de pragas ocasionados por agentes de controle biológico podem ocorrer no agroecossistema algodoeiro sem serem percebidos, mas em muitos casos podem ser explorados mediante identificação, coleta, criação e liberação desses inimigos naturais, visando incrementar as atividades de predação, parasitismo ou competição exercida por esses organismos, reduzindo danos e custos empregados no controle de pragas. O controle biológico de pragas tem especial aplicabilidade no manejo agroecológico do algodoeiro, já que normalmente este sistema não adota o controle químico de pragas, uma das principais restrições ao uso do controle biológico nos cultivos comercial e convencional.

Esta estratégia pode ser empregada através da conservação dos inimigos naturais nos agroecossistemas ou através de liberações inundativas e/ou inoculativas de inimigos naturais.

A obtenção de controle efetivo contra as principais pragas que ocorrem infestando os cultivos se dá através dos inimigos naturais das pragas que podem ser predadores ou parasitóides.

Dentre as alternativas que têm sido exploradas mais intensivamente para o controle de pragas do algodoeiro, estão à utilização de predadores do gênero *Podisus*, já que esses insetos possuem metodologia para criação massal estabelecida, tornando as liberações inoculativas e/ou inundativas factíveis de serem realizadas (ZANUNCIO et al., 2002).

Percevejos do gênero *Podisus* (Pentatomidae, Asopinae) (Prancha I - B) são comuns nos mais variados ecossistemas agrícolas predando lagartas e larvas de diferentes espécies de artrópodos-praga e não pragas (TORRES et al., 1996). Esses predadores atingem densidades em condições naturais capazes de exercer controle eficiente, porém, são mais eficientes no final dos surtos das pragas. Entre os vários fatores que contribuem para este resultado é a disponibilidade de alimento (ocorrência de presas) e o tempo para o aumento populacional desses para serem eficientes. A estratégia adotada para minimizar as irregularidades de sincronia de ocorrência entre as pragas e inimigos naturais é a liberação de inimigos naturais na fase

inicial do aparecimento das pragas nas lavouras (BELLOWS & HASSEL, 1999). As liberações sejam essas inundativas (grande número de predadores esperando-se obter controle eficaz de imediato) ou inoculativas (pequena quantidade de predadores esperando-se incrementar populações naturais com o objetivo de regular populações das pragas) possuem o objetivo de aumentar a população natural, bem como, antecipar ação significativa de controle exercida sobre as pragas.

Uma fêmea de *P. nigrispinus*, em condições de campo, confinada em plantas de algodoeiro apresenta uma taxa de predação de 0,017 lagartas de quarto ínstar de *A. argillacea*/hora, consumindo de 9 a 22 lagartas de *A. argillacea* de quarto ínstar durante a fase ninfal e de 34 a 74 lagartas durante a fase adulta. Quando alimentados com lagartas de *A. argillacea* podem viver de um a dois meses e produzirem uma média de 300 ovos. Em condições ideais de produção massal podem viver até três meses e produzir de 600 a 900 ovos/fêmea (OLIVEIRA et al., 2002).

Embora estejam comumente associados a surtos de lagartas desfolhadoras do algodoeiro, podem ocorrer na lavoura predando outras pragas importantes da cultura. O comportamento de predação normalmente está relacionado ao tamanho ou ínstar no qual o predador ou presa se encontra. Enquanto ninfas de segundo e terceiro ínstars são capazes de predação de pulgões, ovos em geral, ninfas de outros percevejos e lagartas ou larvas pequenas, os predadores adultos concentram sua alimentação nas larvas independente do tamanho destas.

Os percevejos do gênero *Podisus* também apresentam grande potencial de serem utilizados no controle de pragas do algodoeiro agroecológico. Por serem predadores generalistas são capazes de se alimentarem de uma ampla gama de presas contribuindo para reduzir a possibilidade de esses organismos alcançarem o status de praga (LEMOS et al., 2003).

A injúria provocada por insetos e doenças em algumas culturas tem sido reduzida pelo revestimento das plantas com filme de partículas de caolin (GLENN et al., 1999; SHOWLER, 2002) (Prancha I - C). Esse filme impede o contato visual e táctil do artrópodo com a planta hospedeira, tornando-a

irreconhecível e dificultando sua movimentação e alimentação pela adesão das partículas no seu corpo (SHOWLER, 2002). O caolin é um mineral composto por silicato de alumínio, que apresenta um grão fino de cor branca, achatado, poroso, não expansivo e não abrasivo que se dispersa em água e é quimicamente inerte em amplo espectro de variação de pH (HARBEN, 1995). De forma semelhante, o fungo *Beauveria bassiana* tem desempenhado um importante papel no controle biológico de pragas do algodoeiro, como *Heliothis* spp. (MOREIRA; ALL, 1995), *Alabama argillacea* (MIRANDA et al., 2004) (Prancha I - D) e *Anthonomus grandis* (SILVA, 2001ab) (Prancha I - E).

6. A fertilização do solo e a nutrição das plantas e a incidência de herbívoros

Um importante aspecto que deve ser considerado em relação ao processo produtivo de uma cultura em qualquer sistema de cultivo é a disponibilização de nutrientes para as mesmas, através da fertilização do solo (Prancha I - F). Com o avanço da agricultura moderna e a crescente demanda por alimentos, houve uma tendência de desenvolverem cultivares cada vez mais produtivas e exigentes em adubação. Porém, com o plantio em larga escala dessas cultivares, verificou-se aumento do ataque de artrópodos-praga às culturas. O surgimento desses problemas fez com que aumentassem os estudos em relação ao efeito da nutrição das plantas sobre a suscetibilidade das culturas ao ataque de pragas, buscando-se alternativas que fossem viáveis economicamente e mais equilibradas no fornecimento dos nutrientes necessário ao desenvolvimento das plantas.

São conhecidos os efeitos do excesso de nitrogênio presente nas plantas, aumentando a suscetibilidade destas ao ataque de pragas (RAM; GUPTA, 1992; WIER; BOETHEL, 1995). Similarmente, plantas que crescem em condições de estresse ambiental, incluindo plantas nutricionalmente debilitadas ou que derivam de condições não favoráveis a seu crescimento e desenvolvimento geralmente são mais atacadas por pragas (MATTSON; HAACK, 1987). Portanto, adubações mais equilibradas no fornecimento de nutrientes são recomendadas, ainda mais em se tratando de cultivo segun-

do os moldes agroecológicos, por razões já explicitadas anteriormente. Partes das diferenças de aceitação das plantas de milho por *Ostrinia nubilalis* são atribuídas ao balanço mineral das plantas (PHELAN et al., 1996). Esse balanço de minerais é mais provável ocorrer em solos manejados organicamente. Logo, uma alternativa, no caso da adoção do manejo agroecológico do cultivo, seria a utilização de adubação orgânica. Mesmo nos cultivos comerciais, o uso da adubação orgânica do solo poderá contribuir para um maior equilíbrio do sistema, uma vez que a adubação mineral disponibiliza prontamente os nutrientes às plantas, enquanto a adubação orgânica libera-os lentamente, por depender da sua mineralização pelos microorganismos do solo (BRADY, 1989). Além disso, a adubação orgânica apresenta normalmente baixo custo já que o agricultor utilizaria materiais oriundos da sua propriedade, os quais geralmente não seriam reaproveitados. Aliado a este fato, o uso da adubação orgânica permite que haja reciclagem de parte dos nutrientes extraídos pelas plantas.

Existem teorias que consideram a nutrição da planta como de elevada importância no comportamento adotado por insetos fitófagos. A hipótese do balanço carbono-nutriente considera que plantas que apresentam crescimento rápido, em locais de alta disponibilidade de nutrientes tendem a ter como fator limitante ao seu crescimento o carbono e não o nitrogênio. Assim, as plantas tenderão a alocar menos esqueletos carbonados para a defesa e investir mais no crescimento acelerado para que escapem ao dano ocasionado por insetos (BRYANT et al., 1983). O baixo investimento dessas plantas na sua defesa, talvez seja a única estratégia possível, da qual pode depender o seu esforço reprodutivo (PRICE, 1997). Por outro lado, os compostos carbonados do metabolismo secundário são considerados mais efetivos na defesa destas plantas ao ataque de fitófagos especializados ou adaptados (BRYANT et al., 1983). Isso porque, compostos nitrogenados do metabolismo secundário se constituem na principal defesa desses tipos de vegetais (BRYANT et al., 1983) e exercem pouco ou nenhum efeito sobre esses fitófagos.

A fertilização das plantas pode afetar, ainda, a incidência de inimigos naturais no cultivo. A fertilização das plantas pode afetar a produção de

compostos voláteis oriundos do metabolismo secundário, que exercem efeitos atrativos sobre inimigos naturais (FLINT et al., 1979). Muitos desses compostos já são conhecidos, tais como o cariofileno que é liberado por plantas de algodão e funciona como composto atrativo do bicho lixeiro, *Chrysoperla carnea*, considerado um dos inimigos naturais das pragas do algodoeiro (FLINT et al, 1979).

Maior abundância de besouros predadores da família Carabidae ocorre em sistemas de cultivo orgânico que naqueles de cultivo convencional, onde se adota o controle químico de pragas (CÁRCAMO et al., 1995). Por isto, a elevada incidência de predadores da família Carabidae nos cultivos explorados de forma orgânica pode ser atribuída à ausência de aplicações de herbicidas e fertilizantes químicos, já que estes teriam efeitos negativos sobre esses inimigos naturais. Maiores taxas de predação de pragas também tem sido verificado em cultivo orgânico de arroz por *Belostoma flumineum*, *Notonecta* spp. e *Thermonectus basillaris* que em cultivo convencional (HESLER et al., 1993).

Comparando-se sistemas convencionais (com rotação de culturas), sistemas integrados (com menor uso de fertilizantes e pesticidas e cultivo reduzido da terra) e sistemas orgânicos (que não utilizam pesticidas ou fertilizantes químicos) quanto à riqueza e diversidade de inimigos naturais, verifica-se que populações de carabídeos e ácaros predadores são mais abundantes nos sistemas integrados e orgânicos, que nos sistemas convencionais, ocorrendo efeito destes sistemas na diversidade desses predadores (BOOJI; NOORLANDER, 1992).

Considerando que a nutrição da planta possui forte influência sobre a incidência de insetos fitófagos e de inimigos naturais, então ela poderá ser mais uma das ferramentas utilizadas em sistemas de manejo agroecológico, contribuindo para a sustentabilidade, através da obtenção de plantas nutricionalmente equilibradas que sofrerão menos ao ataque de insetos-praga, obtendo melhores índices produtivos. Apesar dos possíveis efeitos isolados que cada nutriente pode ter no comportamento de insetos, alterando a suscetibilidade do hospedeiro e ainda a complexa interação entre os

nutrientes com outros fatores, para se avaliar o efeito de fertilizações sobre insetos deve-se considerar o balanço entre os nutrientes (TINGEY; SINGH, 1980). Isso equivale a dizer que qualquer desbalanceamento mineral que leve ao incremento dos níveis de compostos simples de baixo peso molecular, pode ocasionar uma melhora no desempenho de insetos fitófagos, ao passo que substâncias de estrutura complexa como celulose, hemicelulose e lignina geralmente reduzem a adequabilidade das plantas aos insetos (PHELAN et al., 1996).

7. Uso da resistência de plantas a insetos no contexto da agroecologia

O cultivo tradicional do algodoeiro, tanto em pequena quanto em larga escala, é fortemente dependente de insumos modernos, principalmente de inseticidas. Neste panorama, a utilização do controle de insetos por resistência genética é uma tática efetiva, econômica e sustentável dentro da filosofia do manejo agroecológico do algodoeiro. As principais vantagens desta tática de manejo de pragas são: o custo do controle já estar incluso na aquisição da semente; o menor esforço na sua utilização, quando comparado com outros métodos; a não adição de custos de aplicação; a compatibilidade com a maioria dos outros métodos e; a especificidade para determinado inseto, não possuindo efeito negativo sobre os insetos benéficos (NORRIS; KOGAN, 1980).

A resistência de plantas a insetos pode ser atribuída a três mecanismos: antibiose, antixenose e tolerância (PAINTER, 1951). Na antibiose, a planta exerce efeitos adversos sobre a biologia do inseto, tais como, redução no peso corporal e alongamento do ciclo de vida. Na antixenose, o genótipo de algodoeiro resistente, por exemplo, é menos preferido para alimentação ou oviposição por uma determinada espécie de inseto em relação ao material susceptível. Por outro lado, na tolerância, a planta de algodão reage ao ataque do inseto através do aumento na produção de glândulas de gossipol (AGRAWAL; KARBAN, 2002; MCAUSLANE et al., 1997).

As causas da resistência de plantas podem ser físicas, químicas e morfológicas; no entanto, raramente um único fator é responsável pela resistência de uma planta a uma determinada praga. Fatores morfológicos de resistência interferem fisicamente na seleção do hospedeiro, e na alimentação, digestão e oviposição do inseto. As barreiras físicas ou deterrentes aos insetos manifestam-se, por exemplo, como tricomas (glandulares ou não-glandulares), presença de cera na superfície foliar, presença de sílica nos tecidos, entre outras características (NORRIS; KOGAN, 1980).

Para o caso específico do algodoeiro, já se tem evidências da resistência de espécies de algodoeiro cultivadas e não cultivadas (*Gossypium arboreum*, *G. herbaceum*, *G. thurberi*, *G. armourianum*, *G. trilobum* e *G. somalense*) à lagarta rosada (WILSON; WILSON, 1975). As principais causas desta resistência são atribuídas a ausência de nectários nas nervuras basais das folhas (sem nectários extra florais), a presença de folhas com lóbulos estreitos, semelhantes às folhas do quiabo (okra) e a alta densidade de glândulas de pigmentos nas folhas (LUKEFAHR et al., 1975).

Com referência aos fatores morfológicos de resistência ao bicudo, especial destaque deve ser dado aos caracteres: coloração vermelha das folhas e do caule do algodoeiro, bráctea frego e a folha okra. A coloração vermelha das folhas e do caule do algodoeiro foi um dos primeiros caracteres da planta a ser reconhecido conferindo resistência ao bicudo; devido a não preferência deste inseto em atacar plantas que possuem esta característica (REDDY; WEAVER JUNIOR, 1975). A bráctea frego é caracterizada por ser estreita, alongada e retorcida, que se curva para fora da estrutura frutífera (NILES, 1980). Assim a resistência ao bicudo é mediada através da menor atratividade a oviposição em plantas que possuem este tipo de bráctea. As plantas de algodoeiro com folhas okra, por sua vez, devido à redução de até 40% na massa foliar, permitem a passagem de mais de 70% da radiação solar incidida, reduzindo assim a umidade relativa do ar dentro do canopi da planta e aumentando a temperatura do solo, fatores que em conjunto auxiliam na morte por desidratação das formas jovens deste inseto (SENF, 1986).

As características morfológicas presentes em plantas de algodoeiro, também podem interferir na resistência ao ataque das lagartas das maçãs. A ausência de tricomas, a densidade de glândulas de pigmentos no botão floral e a ausência de nectários, condicionam o menor ataque dessas lagartas os genótipos do gênero *Gossypium*, detentores destas características (HA et al., 1987; SMITH, 1992).

Os fatores químicos da resistência podem agir de duas formas sobre o inseto, influenciando o comportamento ou alterando sua fisiologia (DENT, 1991). Os fatores que afetam o comportamento do inseto podem atuar como atraentes, arrestantes, estimulantes e deterrentes. Determinados compostos da planta podem também atuar como inibidores de processos fisiológicos dos insetos, bem como causar intoxicação. A gama de respostas desencadeadas por essas substâncias sobre os insetos são variadas e complexas (DENT, 1995). Dentre os diversos compostos produzidos pelo metabolismo secundário das plantas, o gossipol, o óxido de cariofileno, o hemigossiplone e os quatro tipos de heliocides (H1, H2, H3 e H4) apresentam efeitos de antibiose contra o complexo das lagartas da maçãs e do bicudo (STIPANOVICH et al., 1986).

A expressão da maioria dos caracteres que conferem resistência às pragas está sob controle genético, entretanto, outros caracteres governados pela ação do ambiente podem também interferir na manifestação da resistência. Dentre os fatores influenciados pelas variações ambientais, encontram-se a assincronia entre a biologia do inseto e a fenologia da planta hospedeira, representados pela precocidade das cultivares, rápida maturação das estruturas reprodutivas e a tolerância a seca (FRITZ; SIMMS, 1992).

8. Os policultivos e a ocorrência de artrópodos-praga e seus inimigos naturais

O policultivo envolve o crescimento simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área. Este sistema de cultivo é largamente empregado em países em desenvolvimento (KAREL, 1993). Na América Latina, os pequenos

agricultores, em sua maioria descapitalizados, não dispõem de tecnologia de baixo custo e área suficientes para cultivos muito intensos. Assim, eles adotam o policultivo como alternativa para a redução de custos, diversificação da dieta, estabilidade de produção, diminuição dos riscos, eficiência no uso da mão-de-obra, intensificação da produção com recursos limitados, aumento de retorno com adoção de tecnologia de baixo custo e melhor aproveitamento de área (uso eficiente da terra) (ALTIERI, 1989b).

Dentre as vantagens do policultivo, a de maior impacto é a redução do ataque de pragas, pois insetos-praga normalmente alcançam maiores densidades populacionais em monocultivo do que em sistemas com diversidade de culturas (COLL; BOTTREL, 1994; VANDERMEER, 1989). Este aspecto é relevante, principalmente para pequenos agricultores que passam a adotar o cultivo agroecológico do algodoeiro, devido ao maior estabelecimento de inimigos naturais e, conseqüentemente, menores perdas decorrentes do ataque de insetos (QUINDERÉ; SANTOS, 1986). Além disso, possibilita a melhor utilização da área, através do cultivo concomitantemente de culturas alimentares e geradoras de renda.

Algumas teorias foram geradas na tentativa de explicar a razão pela qual os policultivos contribuem para redução no ataque de insetos-praga e aumento na densidade de inimigos naturais. A primeira tentativa foi estabelecida em meados do século XVII com a teoria denominada estabilidade-diversidade, a qual sugeria que quanto maior fosse a diversidade biológica de uma comunidade maior seria sua estabilidade (ANDOW, 1991; MACARTHUR, 1955; PIMENTEL, 1961). Informações posteriores indicaram que tal teoria teria surgido, provavelmente, a partir da crença de que a grande variabilidade biológica da natureza deveria ter algum propósito na ordenação do mundo (ANDOW, 1991). Desde então, outras teorias vem sendo geradas para explicar tal relação, entretanto, verifica-se que nestas, não é possível generalizar o comportamento dos diversos organismos envolvidos. Todavia, as razões para que alguns insetos-praga apresentem menores populações em lavouras cultivadas em policultivo que em monocultivo, se devem à maior diversidade desses agro-ecossistemas (TAHVANAINEN; ROOT, 1972). Esta maior diversidade pode reduzir as

populações dos insetos-praga, devido à maior dificuldade encontrada por estes em localizar seus hospedeiros. Ela também pode contribuir para mudanças no microclima das culturas e incremento das populações de inimigos naturais (ALTIERI, 1993). A maior dificuldade encontrada pelos insetos-praga em localizar seus hospedeiros nos policultivos se deve ao fato de que o encontro da planta hospedeira pelos insetos envolve percepção olfativa de substâncias voláteis emitidas pelas plantas. Sendo assim, a emissão de voláteis por plantas não hospedeiras e constituintes do policultivo podem dificultar a localização da planta-hospedeira pelo inseto-praga (ALTIERI, 1993). O policultivo pode ainda interferir nos estímulos visuais, reduzindo o contraste entre plantas e o solo, tornando as plantas hospedeiras mais difíceis de serem localizadas. Além disso, durante a procura por seu hospedeiro, o inseto perde tempo procurando o seu hospedeiro em um sistema diversificado de espécies vegetais, onde estão presentes hospedeiros e não hospedeiros. Assim sendo, o inseto emigra mais rapidamente do policultivo que do monocultivo. O policultivo pode, ainda, aumentar o sombreamento, através da redução da temperatura ambiente, modificando o micro-habitat que podem afetar negativamente o movimento dos insetos fitófagos e positivamente a atividade de inimigos naturais (ANDOW, 1991).

A teoria da concentração do recurso afirma que muitos organismos fitófagos, especialmente aqueles com uma estreita faixa de hospedeiros, são mais encontrados e permanecem por mais tempo em hospedeiros mais concentrados, isto é, que ocorrem em cultivos extensos e densos (ROOT, 1973). Portanto, a menor concentração do recurso ou planta hospedeira aumenta a dificuldade do inseto em localizá-la.

A teoria da aparência da planta considera que a efetividade das defesas naturais das plantas são reduzidas pelos métodos agrícolas, isto é, o monocultivo faz com que as plantas fiquem mais visíveis para os herbívoros. Uma cultura pode se tornar mais ou menos visível de acordo com a diversidade do cultivo ou através de cultivos de alta densidade (ALTIERI, 1993). Em muitos policultivos a tendência é que a densidade populacional de pragas especializadas em se alimentar de uma das culturas, reduza, sendo que o mesmo não é verificado em relação aos artrópodos generalistas.

A teoria da cultura armadilha procura explicar que a presença de uma segunda espécie, serviria para atrair a praga que normalmente seria detrimental para as espécies principais, sendo largamente aplicada a artrópodos generalistas (AIYER, 1949; VANDERMEER, 1989).

A hipótese sobre inimigos naturais considera que estes são mais abundantes em policultivos, contribuindo para maior redução na população das pragas (ROOT, 1973). O aumento da abundância de inimigos naturais se deve a maior diversidade de hospedeiros e/ou presas e outras fontes alimentares como néctar e pólen e também melhores condições de abrigo, microclima, dispersão e reprodução nesses sistemas (ANDOW, 1991; BUGG et al., 1987). Entretanto, como a densidade populacional dos inimigos naturais é geralmente dependente das densidades dos hospedeiros e/ou das presas, pode ser que outros fatores que não apenas o sistema de cultivo venham influenciar na densidade dos inimigos naturais presentes no cultivo.

Diversos estudos realizados nas mais diversas regiões onde se cultivava algodão, empregando diferentes espécies e arranjos no policultivo (Prancha II - A, B, C, D e E) demonstraram que o consórcio do algodoeiro com culturas como o caupi, o pepino, o trigo, o girassol, a canola, as leguminosas *Vicia villosa*, *Vigna radiata*, *Vigna mungo* e *Cyamopsis tetragonoloba*, a soja, o feijão de porco (Prancha II-A), o sorgo forrageiro e o granífero, o alho, a pimenta, a alfafa e com o milho (Prancha II-C) atuaram reduzindo as densidades populacionais das pragas *Helicoverpa armigera*, *Amrasca devastans*, *Aphis gossypii*, *A. craccivora*, *Myzus persicae*, *Thrips tabaci*, *Amrasca biguttula*, *Bemisia tabaci*, *A. biguttula biguttula* e *Creontiades dilutus*. Além de reduzir as perdas devido ao ataque de insetos sugadores e do complexo de lagartas que atacam as maçãs, a adoção de policultivos contribuiu ainda para elevar as densidades populacionais de parasitóides e predadores das mais diversas espécies (GABR; SOURIAL, 2001; KATOLE; YAGIRWAR, 2002; MOTE et al., 2001; SAMINATHAN et al., 2002, 2003; XIA-JING et al., 2000).



A - Algodão consorciado com feijão, Remígio, Paraíba. 2007

Foto: Pedro Jorge Lima



B - Agricultores cearenses em cultivo de algodão consorciado com gergelim.

Foto: Pedro Jorge Lima.

Foto: Carlos Alberto D. da Silva



C - Consórcio de algodão herbáceo com milho, no município de Barbalha, CE, em 2008.



D - Consórcio de algodão herbáceo, milho, guandu e gergelim em área de João Vieira Mendes, no município de Tauá-CE, em 1998. Fonte: Pedro Jorge B. F. Lima & Teógenes Senna Oliveira.



E - Algodão em consórcio com coentro. Remígio, Paraíba. 2007



F - Algodão consorciado com girassol. Remígio, Paraíba. 2007

Prancha II

Existe escassez de estudos que avaliem os efeitos de cultivos consorciados sobre a entomofauna associada ao algodoeiro, em condições brasileiras, a despeito do potencial que este sistema possui em atuar reduzindo as perdas decorrentes do ataque de artrópodos-praga. Entretanto, considerando que muitas espécies utilizadas para o consórcio com o algodoeiro em outros países e que apresentam potencial para reduzir o ataque de pragas e incrementar a ação de inimigos naturais também são cultivadas nas condições brasileiras, esta será uma das linhas de pesquisa que poderá contribuir para viabilizar o agronegócio do algodoeiro na região Semiárida do Brasil. Por outro lado, dentro do contexto da agroecologia, a adoção dos policultivos pelos cotonicultores do Nordeste não será apenas uma tática a mais a ser incorporada no MIP Algodão e sim será o grande diferencial para que se atinja a sustentabilidade (ecológica, social e econômica) preconizada pelo sistema.

9. Diretrizes e proposta de pesquisa participativa e difusão da agroecologia no Semi-Árido do Brasil

A Embrapa Algodão e seus parceiros no âmbito de sua missão de geração de tecnologias de baixo impacto ambiental e baixo custo esperam promover o desenvolvimento de agricultores familiares a partir de plantios de culturas oleaginosas de acordo com o zoneamento agrícola, estimulando o cultivo agroecológico, com oleaginosas consorciadas e culturas alimentares, fortalecer a organização social e produtiva desses agricultores com sustentabilidade.

A partir da ação da Embrapa e seus parceiros, espera-se fortalecer as comunidades envolvidas para que possam melhorar ou criar modelagem de implantação do sistema de cooperativismo na agricultura familiar para facilitar o comércio justo.

Na região Nordeste do Brasil, são cultivados os algodões herbáceo e arbóreo (*Gossypium hirsutum* L. raça *maria-galante* Hutch.), em pequenas áreas de mão-de-obra familiar e baixa produtividade. Desta forma, tornar o

sistema produtivo da região Nordeste sustentável se constitui em um grande desafio e que pode ser factível, desde que, sejam adotados modelos alternativos e inovadores para agregação de valor a produção.

Neste contexto, a produção de têxteis ecológicos, sobretudo aqueles que empregam o algodão orgânico e agroecológico como matéria-prima, tem se expandido muito nos últimos anos, com o interesse de indústrias de pequeno, médio e grande porte para fabricação de peças de vestuário e produtos como calçados e outros artefatos (LIMA, 2008). A forte demanda pela fibra orgânica, entretanto, não está sendo acompanhada pelo aumento da oferta. O desenvolvimento recente do mercado de orgânicos mostra que vários desses produtos tiveram expansão de área e aumento de produtividade. Algumas frutas e hortaliças, por exemplo, extrapolaram os pontos iniciais de venda, como as feiras de produtores, e já se inserem em outros canais de comercialização como supermercados. O cultivo orgânico e agroecológico do algodão, também, crescem mundialmente, porém não acompanha o forte aumento da demanda industrial pela fibra.

O número de marcas e varejistas que oferecem produtos de algodão orgânico cresceu exponencialmente entre 2001 e 2005 no Japão, Europa e América do Norte, atraindo o interesse de empresas como a Nike, C&A, Timberland, Levis, Mark & Spencer e H&M, entre outras (ORGANIC EXCHANGE, 2006a). Nesse período, as vendas passaram de US\$ 245 milhões para US\$ 583 milhões, com taxa média anual de crescimento de 35%. No entanto, a demanda por fibra de algodão orgânico é muito maior que a oferta, tendo aumentado de 5.720 ton em 2000 para 32.326 ton em 2005, ou seja, uma taxa média anual de crescimento de 93%.

O Brasil conta com uma experiência de quase quinze anos na produção, processamento e comercialização de algodão orgânico, conduzida inicialmente por agricultores familiares de Tauá, no interior do Ceará, que contam com apoio técnico e na comercialização do ESPLAR - Centro de Pesquisa e Assessoria, uma ONG com sede em Fortaleza (LIMA, 1993,1995; SOUZA, 1998). Além dos produtores cearenses, outros grupos de produtores começam a se organizar nos estados da Paraíba, Rio Grande

do Norte, Alagoas, Bahia e Pernambuco, Paraná e Minas Gerais, para produzir algodão agroecológico. A viabilidade desses produtores, no entanto, depende não só de soluções técnicas para a produção orgânica de algodão, mas também de sua organização e inserção em redes de produção, processamento, distribuição e consumo que visem fortalecer as interações econômicas e sociais que se traduzam em compromissos de longo prazo, compondo um sistema de governança estritamente coordenado (SOUZA, 2000).

Levantamentos realizados na região Nordeste, em 2007, mostram que 352 agricultores familiares cultivaram aproximadamente 400 ha de algodão orgânico e agroecológico em 24 municípios de quatro estados (CE, PB, PE e RN), com produção de 117 toneladas de algodão em rama, com rendimento médio de 283 quilos por hectare. No Ceará, a produção orgânica saltou de sete toneladas em 2003 para 43 toneladas em 2007. O número de agricultores também cresceu: em 2003, com 97 no estado, e em 2007 já somavam 245. Para a próxima safra de algodão no Ceará, a expectativa é a que produção de algodão ecológico chegue a 85 toneladas, e o número de produtores chegue a 500 (<http://www.algodao.agr.br>).

No Ceará, o algodão é comercializado para duas cadeias do comércio justo. Uma delas foi estabelecida pela empresa francesa Veja Fair Trade e a outra pela Rede da Justa Trama, da qual faz parte a própria ADEC, que é a associação local que organiza os agricultores. A venda do algodão em pluma permitiu à associação pagar aos produtores, nas três últimas safras, preços que variaram de R\$22,00 a 24,90/@ de algodão em pluma, o que representa um acréscimo de 67% e 135%, respectivamente, em comparação aos preços desse produto no mercado convencional. Dentre as principais organizações de pequenos produtores e instituições de apoio a produção do algodão agroecológico, destacam-se: ADEC; Sindicato de Trabalhadores Rurais de Quixadá, Choró e Massapê; ESPLAR e Universidade Federal do Ceará, no estado do Ceará; Associação de Assentamentos do Pólo Sindical da Borborema; Arribaça; Embrapa Algodão, AS-PTA e ESPLAR, no estado da Paraíba; Associação Agroecológica do Sertão do Pajeú e Diaconia, no estado de Pernambuco. As principais empresas compradoras

de algodão agroecológico são: Veja Fair Trade, Justa Trama, no Ceará; YD Confecções, COEXIS e Coopnatural, na Paraíba e ENVÃO nos estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Em novembro de 2006, a Embrapa Algodão apoiada pelas instituições Arribaça, Esplar, Universidades Federal do Ceará e Paraíba, realizou o I Seminário de Algodão Agroecológico em Lagoa Seca - PB, com o intuito de organizar, discutir e treinar produtores de algodão agroecológico dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Em 2007, um segundo Seminário foi realizado em Tauá - CE. Com a realização desses seminários foi verificado aumentos expressivos na articulação entre produtores, instituições de apoio e empresas compradoras de algodão agroecológico, com aumento no intercâmbio de experiências e compreensão dos aspectos relacionados ao beneficiamento, comercialização e certificação do algodão agroecológico, constituindo-se no que chamamos de Rede Nordeste de Algodão Agroecológico. Recentemente, a ADEC, o Esplar e a Organic Exchange (ONG norte-americana) promoveram a III Reunião do Algodão Orgânico na América Latina.

No ano agrícola de 2008, verificou-se uma crescente disponibilização de sementes de algodão transgênico para plantio em todo Brasil, inclusive nas regiões produtoras de algodão agroecológico do Nordeste. Isto motivou os agricultores e todo o seguimento da cotonicultura agroecológica dessa região a solicitarem da Embrapa Algodão, a preparação de um documento para assegurar a produção do algodão agroecológico. Devido à gravidade do problema a Embrapa Algodão, sugere que ações sejam tomadas a curto, médio e longo prazos, para que se possa produzir algodão agroecológico de forma sustentável.

Dentre as ações a médio e longo prazo, cabe a Embrapa Algodão com apoio financeiro dos estados do Nordeste, realizar estudos para aprimorar os sistemas de produção de algodão agroecológico nas áreas com potencialidade para esse fim.

Em curto prazo a Embrapa Algodão sugere que os governos dos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, a apoiar as seguintes

ações: (a) isolamento de áreas cultivadas; (b) uso de sementes com linter; (c) apoio político e financeiro dos estados do Nordeste; (d) uso das tecnologias geradas pela Embrapa Algodão; (e) treinar técnicos das Emateres e (f) solicitar o apoio de técnicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

(a) Isolamento de áreas cultivadas com algodão agroecológico

No Brasil, é impossível eliminar as possibilidades de ocorrência de fluxo gênico entre cultivos de algodão convencional e algodão *Bt*, por não existirem barreiras genéticas que sejam capazes de isolar os cultivos dos algodoeiros convencionais daqueles geneticamente modificados. Talvez seja possível se reduzir às chances de ocorrência do fluxo gênico, através de restrições a área destinada ao plantio de cultivares geneticamente modificadas, excluindo a ocorrência de pontos distribuidores de polens produzidos pelas cultivares *Bt*.

Nos Estados Unidos da América, pesquisadores têm sugerido que 7 a 10 fileiras de algodão convencional podem ser utilizadas para evitar o fluxo gênico de áreas cultivadas com algodão *Bt* para áreas de cultivos convencionais; entretanto, deve-se lembrar que 1% do pólen produzido pelas cultivares *Bt* podem atingir as áreas cultivadas com algodoeiro convencional. Precauções deverão ser tomadas, tendo em vista que esses resultados são válidos para as condições dos Estados Unidos da América, onde os polinizadores são bem diferentes dos que ocorrem no Brasil, bem como um sistema de exploração agrícola bastante intensivo. Por outro lado, os polinizadores que ocorrem nos agroecossistemas do algodoeiro no Brasil possivelmente apresentam comportamento e densidades bem diferentes daqueles que ocorrem na América do Norte. Por isto, acredita-se que essas informações não poderão ser aplicadas às condições dos agroecossistemas do algodoeiro do Brasil.

No Brasil, embora praticamente não existam informações que mostrem como prevenir o cruzamento natural do algodoeiro entre diferentes cultivos, a legislação que regulamenta a produção de sementes de algodão certificado, sugere efetuar o plantio de 20 fileiras de sorgo, milho ou gergelim, ao

redor dos campos de multiplicação de sementes para funcionar como barreira e manter esse campo de produção a uma distância mínima de 2 Km de outras áreas cultivadas com algodão. No momento, sugere-se que o Semiárido do Brasil mantenha-se livre de algodão *Bt*, a fim de preservar as populações naturais e cultivares locais de *Gossypium* existentes nessa região.

(b) Produção de sementes de algodão agroecológico deslinteradas

Define-se línter como uma camada de fibras curtas, entre 3 e 12 mm, que permanecem ligadas à semente após a retirada das fibras longas. Por serem curtas, grossas e pouco resistentes não podem ser fiadas e utilizadas na indústria têxtil. O línter não prejudica a germinação da semente, mas dificulta seu manuseio ao fazer as sementes agregarem-se umas às outras e dificulta tanto o plantio manual quanto mecanizado. O línter é um veículo de doenças do algodoeiro e pode desuniformizar o estande de plantas na lavoura.

A Portaria Ministerial nº 607, de 14 de dezembro de 2001, tornou obrigatório o uso exclusivo de sementes sem línter. "**Proibir em todo o território nacional a comercialização de sementes de algodão com línter**" No entanto, nas regiões do Nordeste onde se cultiva algodão agroecológico, diversos motivos têm levado os agricultores a não cumprirem essa determinação federal. Entre os motivos, pode-se citar o preço de sementes sem línter, a reduzida importância da transmissão de doenças e pragas via sementes no semi-árido nordestino, a impossibilidade de produzir sua própria semente, a realização de plantio de forma manual ou com implementos relativamente simples, que ainda trabalham eficientemente em sementes com línter e a impossibilidade de certificação do algodão orgânico utilizando sementes deslinteradas quimicamente. No Nordeste, poucos são as doenças que infectam sementes de algodão devido às características xênicas do ambiente. Além disso, não existem evidências científicas de que o línter aumenta a incidência de pragas. O línter funciona, na realidade, como uma espécie de 'relê biológico', impedindo que a água contida em solos com baixo teor de umidade, atinja a semente, quebre sua dormência e inicie o processo de germinação e quando as condições de umidade aumentam, o línter

favorece-a devido suas propriedades hidrofilicas. Desta forma, sugere-se que o MAPA autorize o plantio de sementes com línter para aquelas regiões do Nordeste que cultivam algodão agroecológico, ou que esforços sejam envidados para que a Portaria possa ser modificada para "**Proibir em todo território nacional a comercialização de sementes de algodão que não seja deslintada**" o que permitirá usar desde o processo mecânico até o químico, possibilitando atender ao mercado de produção agroecológica e de produção com uso de artifícios químicos. Essas sementes não serão comercializadas no varejo, devendo ser disponibilizadas somente para aqueles agricultores que irão participar de programas governamentais, como os do COEP (Comitê de Combate a Fome e Pela Vida) e para o cultivo de algodão agroecológico. A produção e qualidade das sementes ficará a cargo da Embrapa Algodão.

(c) Apoio político e financeiro dos estados do Nordeste

Promover a aliança entre os estados do Nordeste interessados em produzir algodão agroecológico, envolvendo políticas públicas de fomento a Pesquisa, desenvolvimento e Inovação.

(d) Uso das tecnologias geradas pela Embrapa Algodão

Dentre as tecnologias geradas, destacam-se o Manejo Integrado de Pragas (MIP Algodão) (ALMEIDA et al., 2008), o qual é constituído das seguintes estratégias:

d.1. Uniformidade da época de plantio. Indicada para quebrar a sincronia entre a abundância de alimentos para as pragas e sua ocorrência, evitando a formação de novas gerações e conseqüentemente reduzindo significativamente o seu nível populacional. Isto irá permitir a uniformidade da colheita e, conseqüentemente, a destruição precoce dos restos de cultura. Lavouras de algodão de diferentes idades, em uma mesma região, favorecem a sobrevivência e o surgimento precoce de pragas, aumentando o custo de produção.

d.2. Manipulação de cultivar. A utilização de cultivares de ciclo curto tem sido sugerida por diversos pesquisadores para reduzir o tempo de exposição das plantas à colonização e infestação, principalmente de pragas como a

broca, bicudo, lagarta das maçãs e lagarta rosada, cujas fases imaturas do ciclo biológico ocorrem internamente na planta e cada qual sincronizada com determinado tipo de estrutura. As principais cultivares de ciclo curto sugeridas para o plantio no Nordeste do Brasil, são: BRS Araripe, BRS Aroeira, BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira e BRS Seridó e BRS 187_8H.

d.3. Densidade de plantio. A densidade de plantio deverá ser constituída de tal maneira que se tenha alta densidade dentro de fileiras e baixa entre fileiras, evitando o adensamento excessivo da cultura. Isto facilitará a penetração dos raios solares, a ação dos inimigos naturais, especialmente dos parasitoides e bem como o deslocamento de gotas da calda de bioinseticidas até o alvo biológico.

d.4. A utilização correta do solo. É baseada em recomendações técnicas de preparo e adubação orgânica, constituí-se em ferramenta indispensável para manutenção da sua fertilidade e estrutura, contribuindo diretamente para a formação de plantas vigorosas e, portanto, menos vulneráveis ao ataque de pragas.

d.5. Catação de botões florais e maçãs caídas ao solo. A catação de botões florais é uma prática bastante antiga, desenvolvida nos Estados Unidos, no início do século 20, visando o controle do bicudo. No Brasil, vários estudos foram realizados sobre a viabilidade dessa técnica e comprovaram que a catação pode reduzir até 60% das pulverizações com inseticidas, dependendo das condições ambientais, da cultivar e da proximidade de outros campos, com seu respectivo controle de pragas. Desta forma, em pequenas áreas e abundância de mão-de-obra, sugere-se que se faça a coleta semanal e destruição de todos os botões florais e maçãs caídas ao solo, a partir do início da queda das estruturas reprodutivas.

d.6. Controle biológico. No Brasil, o incremento e conservação de inimigos naturais nativos são particularmente promissores, porque muitos agroecossistemas algodoeiros, principalmente aqueles da região Nordeste têm um complexo muito rico de artrópodos benéficos e microorganismos entomopatógenos que ocorrem naturalmente nos seus ecossistemas agrícolas. Entomologistas têm demonstrado a importância ecológica e

econômica do uso de parasitóides e predadores como táticas para serem utilizadas dentro do controle integrado de pragas do algodoeiro no Brasil.

d.7. Destruição dos restos de cultura. Imediatamente após a colheita, deve-se proceder à destruição dos restos de cultura, tais como: raízes, caules, botões florais, flores, maçãs, carimãs e capulhos não colhidos, respectivamente, através dos arranquio e/ou coleta, para destruição e incorporação ao solo. A destruição dos restos de cultura no final da safra visa quebrar o ciclo biológico de pragas, através dos sítios de proteção alimentação e reprodução.

d.8. Controle climático. No Nordeste, principalmente na região do Seridó, as condições edafoclimáticas exercem papel preponderante na redução populacional de pragas. A insolação excessiva aumenta a taxa de evaporação d'água presente no solo e nos insetos, funcionando como fator limitante para sua sobrevivência, principalmente da broca e do bicudo. O controle climático constitui-se no principal fator de mortalidade natural de larvas, pupas e adultos pré-emergidos do bicudo. Esta mortalidade juntamente com o controle biológico natural, manipulação de cultivar e adoção de práticas culturais, têm reduzido o bicudo a uma condição de praga menos severa, reduzindo a necessidade do emprego de inseticidas para o seu controle.

(e) Treinamento e capacitação de técnicos das Emateres

Esta ação é de fundamental importância para que se alcance sucesso com o programa; tendo em vista que serão os extensionistas que irão orientar tecnicamente como produzir o algodão agroecológico. O sucesso do programa dependerá da ação de um extensionista bem treinado.

(f) Solicitar o apoio de fiscais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Técnicos do MAPA deverão realizar treinamento de produtores visando à produção de sementes agroecológicas, básicas e certificadas nos estados do Nordeste, assim como, no mapeamento, fiscalização e monitoramento dos campos cultivados com algodoeiro convencional e orgânico.

A execução dessas ações irá gerar informações e conhecimentos que permitam eliminar as limitações atuais que restringem o cultivo orgânico do algodoeiro no Semiárido do Nordeste e estabelecer ações para o desenvolvimento da produção consorciada do algodão com culturas oleaginosas e alimentares.

9.1. Estratégia de ação de difusão de tecnologia

9.1.1. Visitas orientadas, oficinas temáticas e dias de campo para divulgar os conhecimentos gerados

A Embrapa Algodão disponibilizará profissionais capacitados em P&D na área que é foco desta proposta, além de infra-estrutura de casa de vegetação, de laboratório e de campo para realização dos ensaios propostos. Parte da estrutura para experimentação a campo será cedida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA). A Embrapa já possui convênio com a EMEPA, o que lhe permitiu utilizar diversas áreas experimentais para realização de ensaios. Logo, a parceria é firmada de tal modo que a EMEPA cede sua infra-estrutura (área experimental, sistema de irrigação e maquinário necessário à condução do cultivo) e a Embrapa fornece os materiais de consumo e pessoal capacitado para implantação e condução dos ensaios. A Universidade Federal Rural do Pernambuco (UFRPE) disponibilizará profissionais com reconhecida competência em P&D nas áreas abrangidas pelo estudo, além de ceder parte de sua infra-estrutura de laboratório e facilitar o acesso a área de agricultores com os quais seus profissionais mantêm relação.

O envolvimento com os agricultores assentados (clientes) dar-se-á através de parceria já estabelecida anteriormente, uma vez que a Embrapa Algodão já vem trabalhando com estas comunidades. As áreas a serem utilizadas para implantação das unidades de validação serão disponibilizadas por agricultores pertencentes às comunidades-alvo.

Esta ação terá como objetivo consolidar as ações de pesquisa possíveis de serem transformadas em estratégias para o desenvolvimento rural do ecossistema semiárido, sob égide da sustentabilidade e da ampliação de vida para maioria da população presente nesta região.

Para que o cultivo orgânico do algodoeiro venha a se constituir em uma estratégia de geração de renda e ampliação da ocupação da agricultura familiar das comunidades do semiárido é preciso que um esforço de qualificação seja imputado a todos aqueles envolvidos no processo. Essa qualificação envolverá o desenvolvimento de todos os participantes desse projeto para que ao usarem as tecnologias preconizadas, tanto de produto como de processo, façam a necessária mudança no padrão tecnológico das comunidades. Nesses termos, sugere-se a formação de agentes multiplicadores, para que a partir desses, conclua-se todas as etapas necessárias para que ocorram essas mudanças, substituindo-se assim, uma intervenção pontual de transferência de tecnologia por uma visão de processo. Com a formação dos agentes multiplicadores, concilia-se a garantia de fortalecimento da tecnologia geradas, continuamente em período de tempo adequado, com medição do impacto desse processo na performance social dos agricultores com reflexos importantes no quadro da economia da Região.

A metodologia adotada seguirá o enfoque sistêmico descrito por Affin (1990) e deverá contemplar o planejamento participativo das atividades de P&D, incluindo agricultores, pesquisadores, extensionistas, técnicos e todas as pessoas ou organizações relacionadas aos problemas inerentes as atividades. Além de transferir as tecnologias aos produtores agrícolas do semi-árido, visa-se solucionar problemas específicos de pesquisas detectados nas propriedades, resultantes de necessidades sentidas por este público, buscando um novo modelo de pesquisa mais participativo.

O acompanhamento e formação dos multiplicadores se darão através de oficinas destinadas aos agricultores oriundos das comunidades. Adotar-se-á a metodologia dinâmica de troca de experiências com participação equitativa de todos os componentes.

Agricultores que adotem o sistema agroecológico e agricultores que adotem o sistema "convencional" deverão participar de visitas técnicas nas áreas de implantação dos modelos a serem testados e, juntamente com os técnicos responsáveis pela implantação destes modelos, deverão avaliar as respostas obtidas. No final de cada ciclo de cultivo será realizada visita

técnica coletiva, com presença de agricultores que já adotam o cultivo agroecológico e os do sistema "convencional", expondo-se os principais resultados alcançados. Após a exposição, serão distribuídos formulários aos agricultores, com espaço para sua identificação e julgamento, este último baseando-se, nos dados expostos e na visita realizada, e representando sua opinião a respeito daquilo que consideram como pontos fortes e fracos dos modelos testados. Essa avaliação deverá ser levada em consideração na fase de análise dos dados obtidos nos modelos testados pelos técnicos.

Ao final de cada safra, será realizada ainda uma oficina que contará com a participação, além dos envolvidos nesta proposta, de representantes das indústrias interessadas na aquisição do produto final. O objetivo desta oficina será o de articulação dos produtores com possíveis compradores, onde a Embrapa atuará como instituição moderadora. Durante a realização desta oficina os participantes deverão trabalhar na construção de uma matriz contendo o cenário de alternativas para o processo de comercialização, seguindo metodologia adaptada de Verdejo (2003).

Referências

AIYER, A. K. Y. N. Mixed cropping in India. **Journal of Agricultural Science**, v. 19, p. 439-453, 1949.

AFFIN, O. A. D.; SANTOS, N. A. O que é o enfoque sistêmico? **Revista de economia e Sociologia Rural**, v. 28, p. 57-68, 1990.

AGRAWAL, A. A.; KARBAN, R. Specificity of constitutive and induced resistance: pigment glands influence mites and caterpillars on cotton plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.96, p.39-49, 2002.

ALMEIDA, R. P.; SILVA, C. A. D.; RAMALHO, F. de S. 2008. Manejo integrado de pragas do algodão. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. (Org.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F.: Embrapa Informação tecnológica. 2008. v. 2, p. 1034-1098.

ALTIERI, M. A. Agroecology: a new research and development paradigm for world agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 27, p. 37-46, 1989a.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: Projeto Tecnologias Alternativas-Fase, 1989b. 237 p.

ALTIERI, M. A. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. New York: Food Products, 1993. 185 p.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v.35, p. 561-586, 1991.

BELLOWS, T. S.; HASSELL, M. P. Theories and mechanisms of natural population regulation. In: CALTAGIRONE, L. E.; DAHLSTEIN, D. L.; HUFFAKER, C. B.; GORDTH, G.; FISHER, T. W.; BELLOWS, T.S. (Ed.).

Handbook of biological control: principles and applications of biological control. San Diego: Academic Press, 1999. p. 17-74.

BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, R. M.; BRAGA SOBRINHO, R. **Possibilidades do cultivo do algodão orgânico no Brasil.** Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1995, 36 p. (Documentos n. 42).

BOOIJ, C. J. H.; NOORLANDER, J. Farming systems and insect predators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 40, p.125-135, 1992.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos.** Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.

BRYANT, J. P.; CHAPIN; S.; KLEIN, D. R. Carbon/nutrient balance in boreal plants in relation to vertebrate herbivory. **Oikos**, v.40, p. 357-368, 1983.

BUGG, R. L., EHLER, R. L., WILSON, L.T. Effect of common knotweed (*Polygonum viculare*) on abundance and efficiency of insects predators of crop pests. **Hilgardia**, v. 55, p. 1-53, 1987.

CÁRCAMO, H. A., NIEMALA, J. K., SPENCE, J. R. Farming and ground beetles: effects of agronomic practice on populations and community structure. **The Canadian Entomologist**, v.127, p. 123-140, 1995.

CHAKRAVARTHY, A. K; RAJENDRA. P.; MALLIKARJUNA, G. B. Intercropping in cotton (*Gossypium hirsutum*) checks insect pests build-up. **Insect Environment**, v. 4, p.131-132, 1997.

COLL, M.; BOTTRELL, D. G. Effects of nonhost plants on an insect herbivore in diverse habitats. **Ecology**, v. 75, p. 723-731, 1994.

CONAB. Disponível em: < www.conab.gov.br > . Acesso em: 10 maio 2009.

DENT, D. R. **Insect pest management.** Wallingford: CAB International, 1991. 604 p.

DENT, D. R. **Integrated pest management**. London: Chapman and Hall, 1995. 356 p.

ELZAKKER, BO van. Organic cotton production. In: **ORGANIC cotton: from field to final product**. Guildford: Intermediate Technology Publications, 1999. p. 21-35.

FAO. Disponível em: <www.faostat.fao.org> . Acesso em: 10 maio. 2009.

FLINT, H. M., SALTER, S. S., WALTERS, S. Caryophyllene: an attractant for the green lacewing. **Environmental Entomology**, v. 8, p.1123-1125, 1979.

FLINT, M. L.; DREISTADT, S. H. **Natural enemies handbook**. Berkeley: University of California Press, 1998. 154 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1983.

FRITZ, R.S.; SIMMS, E.L. **Plant resistance to herbivores and pathogens: ecology, evolution, and genetics**. Chicago: The University of Chicago Press, 1992. 590 p.

GABR, A. M.; SOURIAL, L. S. Studies on the effect of traditional intercropping cucumber with cotton or kidney bean on aphids and whitefly abundance. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 79, p. 431-443, 2001.

GLENN, D. M., PUTERKA, G. J., VANDERZWET, T. BYERS, R. E.; FELDMAN, C. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 759-771, 1999.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 653p.

HA, S. B.; YOUNG, J. H.; WILSON, L. J.; VERHALEN, L. M. Effects of morphological trait in cotton on natural infestation of the cotton leafhopper and bollworm. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 1987, Memphis. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1987. p.184.

HARBEN, P. W. **The industrial minerals handbook II: a guide to markets, specifications, and prices.** London: Arby Industrial Minerals Division Metal Bulletin. 1995. 150 p.

HESLER, L. S, GRIGARICK, A. A., ORAZE, M. J., PALRANG, A. T. Arthropod fauna of conventional and organic rice fields in California. **Journal of Economic Entomology**, v. 86, p. 149-158, 1993.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1978. 893 p.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1982. 901p.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1983. 987 p.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1986. 760 p.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 1999. 829 p.

JAMBHRUNKAR, S. R.; NACHANE, M. N.; SONALKAR, V. U.; SADAWARTE, A. K. Management of sucking pests in cotton through cropping systems. **Journal of Soils and Crops**, v. 8, p. 50-52, 1998.

KAREL, A. K. Effects of intercropping with maize on the incidence and damage caused by pod borers common beans. **Environmental Entomology**, v.22, p. 1076-1083, 1993.

KATOLE, S. R.; YADGIRWAR, P. V. Host preference of *Helicoverpa armigera* Hb. and its bioagents in cotton and pigeonpea based intercropping system. **PKV-Research-Journal**, v. 26, p. 40-43, 2002.

KING, E. G.; PHILLIPS, J. R.; COLEMAN, R. J. (Ed.). **Cotton insects and mites: characterization and management**. Memphis: The Cotton Foundation, 1996. 1008 p. (The Cotton Foundation: Reference Book Series, 3.).

KOGAN, M. Plant resistance in pest management. In: METCALF, R. L.; LUCKMAN, W. H. (Ed.). **Introduction to insect pest management**. New York: John Wiley, 1982. p. 93-134.

LIMA, P. J. B. F. Algodão Orgânico: bases técnicas da produção, certificação, industrialização e mercado. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 8., Londrina, **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1995. 20 p. Mimeografado.

LIMA, P. J. B. F.; OLIVEIRA, T. S. Organic Cotton: the experience of family farmers from Tauá, Brazil. **ILEIA Newsletter**, v. 16, p. 18-19, 2000.

LIMA, P. J. B. F. Ecological management of "mocó" cotton in northeast Brazil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DA IFOAM SOBRE ALGODÃO ORGÂNICO. Cairo, 1993.

LIMA, P. J. B. F. Algodão agroecológico no comércio justo: fazendo a diferença. **Agriculturas**, v. 5, n. 2, p. 37-41, jun. 2008.

LOWRANCE, R.; TODD, R.; FAIL JUNIOR, J.; HENDRICKSON JUNIOR, O.; LEONARD, R.; ASMUSSAN, L. Riparian forests as nutrient filters in agricultural watersheds. **BioScience**, v. 34, p. 374-377. 1984.

LUKEFAHR, M. J.; JOUGHTAILING, J. E.; CRUM, D. G. Suppression of *Heliothis* spp. with cottons containing combinations of resistance characters. **Journal of Economic Entomology**, v. 68, p. 743-746, 1975.

MACARTHUR, R. H. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. **Ecology**, v.36, p. 533-536, 1955.

MCAUSLANE, H. J.; ALBORN, H. T.; TOTH, J. P. Systemic induction of terpenoid aldehydes in cotton pigment glands by feeding of larval *Spodoptera exigua*. **Journal of Chemical Ecology** v. 23, p. 2861-2879, 1997.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5. ed. São Paulo: Ceres, 1989. 292 p.

MARCO referencial em agroecologia. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

MATTSON, W. J.; HAACK, R. A. The role of drought stress in provoking outbreaks of phytophagous insects. In: BARBOSA, P.; SCHULTZ, T. (Ed.). **Insect: outbreaks: ecological and evolutionary perspectives**. Orlando: Academic, 1987. p. 365-394.

MENSAH, R. K.; KHAN, M. Use of *Medicago sativa* (L.) interplantings/trap crops in the management of the green mirid, *Creontiades dilutus* (Stal) in commercial cotton in Australia. **International Journal of Pest Management**, v. 43, p.197-202, 1997.

MIRANDA, J. E.; SILVA, C. A. D. da; COSTA, I. L. da; BELO, J. A.; AZEVEDO, A. I. B. de. **Agentes bio-controladores do Cururuquê no cultivo de 2º ano do algodoeiro colorido**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 210).

MOREIRA, A. F. C.; ALL, J. Screening of bioinsecticides against the cotton bollworm on cotton. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 307-312, 1995.

MOTE, U. N.; PATIL, M. B.; TAMBE, A. B. Role of intercropping in population dynamics of major pests of cotton ecosystem. **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 9, p. 32-36, 2001.

MYERS, D. The problems with conventional cotton. In: ORGANIC cotton: from field to final product. Guildford: Intermediate Technology Publications, 1999. p. 8-20.

NILES, G. A. Breeding cotton for resistance to insect pests. In: MAXWELL, F. G., JENNINGS, P.R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley, 1980. p. 337-369.

NORRIS, D. M., KOGAN, M. Biochemical and morphological bases of resistance. In: MAXWELL, F. G., JENNINGS, P.R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley, 1980. p. 23-61.

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; BARROS, R. Efeito das plantas do algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 101-108, 2002.

OMAR, H. I. H.; HEGAB, M. F.; EL-SORADY, A. E. M. The impact of intercropping cotton and cowpea on pest infestation. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 71, p. 709-716, 1993.

ORGANIC EXCHANGE. **Organic cotton market report**: an in-depth look at a growing global market. Executive Summary, Spring 2006a. 6 p.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: Macmillan, 1951. 520 p.

PARAJULEE, M. N.; SLOSSER, J. E. Evaluation of potential relay strip crops for predator enhancement in Texas cotton. **International Journal of Pest Management**, v. 45, p. 275-286, 1999.

PARAJULEE, M. N.; MONTANDON, R.; SLOSSER, J. E. Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) in Texas cotton. **International Journal of Pest Management**, v. 43, p. 227-232, 1997.

- PEDIGO, L. P. **Entomology and pest management**. New York: MacMillan, 2002. 646 p.
- PHELAN, P. L., NORRIS, K. H., MASON, J. F. Soil-management history and host preference by *Ostrinia nubilalis*: evidence for plant mineral balance mediating insect-plant interactions. **Environmental Entomology**, v. 25, p. 1329-1336, 1996.
- PIMENTEL, D. Species diversity and insect population outbreaks. **Annals of Entomological Society of America**, v. 54, p. 76-86, 1961.
- PRICE, P. W. **Insect ecology**. New York: John Wiley, 1997. 874 p.
- QUINDERÉ, M. A. W., SANTOS, J. H. R. Efeito da época relativa de plantio no consórcio milho x caupi sobre a presença de insetos úteis e o manejo econômico das pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, p. 355-368, 1986.
- RAM, S., GUPTA, M. P. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the population of insect pests of fodder mustard (*Brassica campestris* L.) and its seed yield in India. **Tropical Pest Management**, v. 34, p. 435-437, 1992.
- RAMALHO, F. de S.; MEDEIROS, R. S.; LEMOS, W. P. Bicudo-do algodoeiro, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. **Pragas introduzidas no Brasil**. São Paulo: Holos, 2000. p. 113-119.
- REDDY, M. S.; WEAVER JUNIOR, J. B. Boll weevil nonpreference associated with several morphological characters in cotton. n: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1975, Memphis. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council 1975. p.97.
- RIECHMANN, J. Agricultura, ganadera y seguridad alimentaria: la necesidad de un giro hacia sistemas alimentarios sustentables. FORUM PER LA SOSTENIBILITAR DE LES ILLES BALEARS; QUARTA JORNADA. **Seguretat humana, alimentara y ecológica**, 2002.

ROOT, R. B. Organization of plant arthropod association on simple and diverse habitats: the fauna of collardas (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, Washington, v. 3, n. 1, p. 95-124, 1973.

SAMINATHAN, V. R.; BASKARAN, R. K. M; MAHADEVAN, N. R. Influence of intercropping on the conservation of *Chrysoperla carnea* (Stephens) in cotton. **Journal of Biological Control**, v. 13, p. 111-114, 1999.

SAMINATHAN, V. R.; MAHADEVAN, N. R.; MUTHUKRISHNAN, N. Crop diversity approach to manage cotton leafhopper *Amrasca devastans*. **Indian Journal of Entomology**, v. 64, p. 351-357, 2002.

SAMINATHAN, V. R.; MAHADEVAN, N. R.; MUTHUKRISHNAN, N. Population ecology of *Helicoverpa armigera* under different rainfed cotton cropping systems in southern districts of Tamil Nadu. **Indian Journal of Entomology**, v. 65, p. 82-85, 2003.

SENA, G. A análise de gênero como indicador de sustentabilidade: uma experiência em construção. In: ENCONTRO NORDESTINO DE PESQUISA EM AGROECOLOGIA, 1., 2002, Recife. **Anais...** Recife: IDT/CNIP; AS-PTA, 2002. p. 33-42.

SENF, D. Bollworms find okra-leaf cotton less tasty. **Journal of Agricultural Research**, v. 30, n.1, p. 4-5, 1986.

SHALABY, F. F.; ABDEL-GAWAAD, A. A.; IBRAHIM, A. A.; KARES, E. A. Effect of intercropping maize in cotton fields on the population of the cotton leaf-worm parasites, their efficiency and the economic income. **Bulletin of the Entomological Society of Egypt**, v. 15, p. 33-46, 1988.

SHOWLER, A. T. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, p. 754-762, 2002.

SILVA, C. A. D. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* patogênicos ao bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 243-247. 2001a.

SILVA, C. A. D. Efeito da formulação e aplicação de *Beauveria bassiana* no controle do bicudo do algodoeiro. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, p. 433-437. 2001b.

SMITH, C. W. History and status of host plant resistance in cotton to insect in the United States. **Advances in Agronomy**, v. 48, p. 251-296, 1992.

SOUSA, I. S. **Manejo agroecológico do solo e do algodoeiro mocó por agricultores familiares do município de Tauá**, 1999. 104 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

SOUZA, M. C. M. **Algodão orgânico**: o papel das organizações na coordenação e diferenciação do sistema agroindustrial do algodão. 1998. 187 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo Faculdade de Economia e Administração, São Paulo.

SOUZA, M. C. M. A produção de têxteis de algodão orgânico: uma análise comparativa entre o subsistema orgânico e o sistema agroindustrial convencional. **Agricultura em São Paulo**, v.47, n. 2, p. 83-104, 2000.

STIPANOVICH, R. D.; WILLIAMS, H. J.; SMITH, L. A. Cotton terpenoids inhibition of *Heliothis virescens* development. In: GREEN, M. B.; HEDIN, P. A. (Ed.). **Natural resistance of plants to pests**. Washington: American Chemistry Society, 1986. p. 79-94.

SURESH, S.; DASON, A. A. Effect of intercropping and time of sowing on cotton leafhopper and bollworm. **Madras Agricultural Journal**, v. 83, p. 56-57, 1996.

SURESH, S.; RAJAVEL, D. S.; NARASIMHAN, C. R. L.; MUTHUSWAMY, P. Against bollworm in cotton. **Madras Agricultural Journal**, v. 80, p. 172, 1993.

TAHVANAINEN, J. O.; ROOT, R. B. The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Oecologia**, v. 10, p. 321-346, 1972.

TINGEY, W. M., SINGH, S. R. Environmental factors influencing the magnitude and expression of resistance. In: MAXWELL, F. G., JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley, 1980. p. 87-114.

TOLEDO, V. M.; CARABIAS, J.; MAPES, C.; TOLEDO, C. **Ecologia y autosuficiencia alimentaria**. México: Siglo Veintiuno, 1985. 118 p.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V. Produção e uso de percevejos predadores (Pentatomidae, Asopinae) no controle biológico de lagartas desfolhadoras, In: WORKSHOP SOBRE FITOSSANIDADE FLORESTAL DO MERCOSUL, 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. p. 41-51.

TOUMI, J.; NIEMELA, P.; HUKKIOJA, E.; SIVONEN, S.; NEUVONEN, S. Nutrient stress: an explanation for plant anti-herbivore responses to defoliation. **Oecologia**, v. 61, p. 208-210, 1984.

USDA. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/cotton/circular/early/Table1.pdf> 2005 >. Acesso em: 8 jun. 2008.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. New York: Cambridge, 1989. 247 p.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo**. Santo domingo. Centro Cultura Poveda. 2003. 118 p.

VIEIRA, R. de M.; LIMA, E. F. Resistência às pragas do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, v.1, p. 316-360.

WANG, H. Z.; ZHAO, H. L.; SU, J. D.; ZHANG, D. X.; GAO, Z. M. The ecological effects of cotton interplanted in wheat fields on cotton pests. **Acta Phytophylacica Sinica**, v. 20, p. 163-167, 1993.

WIER, A. T., BOETHEL, D. I. Feeding, growth and survive of soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) in response to nitrogen fertilization of nonnodulating soybean. **Environmental Entomology**, v. 24, p. 326-331, 1995.

WILSON, R. L.; WILSON, D. F. Effects of okra-leaf, frego-bract and smooth-leaf mutants on pink bollworm and agronomic properties of cotton. **Crop Science**, v. 22, p. 798-801, 1975.

WU, G.; CHEN, Z.; JI, M.; DONG, S.; LI, H.; AN, J.; SHI, J. Influence of interplanting corn in cotton fields on natural enemy populations and its effect on pest control in southern Shaanxi. **Chinese Journal of Biological Control**, v. 7, p. 101-104, 1991.

XIA-JING, Y.; WANG-CHUN, Y.; CUI-SU, Z. Comparative studies on life tables of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) in different cotton cropping systems. **Acta Phytophylacica Sinica**, v.12, p. 281-287, 2000.

YUZBASH'-YAN, O.S.; KHAMRAEV, F. We are increasing the resistance of cotton to pests. **Zashchita Rastenii Moskva**, v. 3, p. 27, 1989.

ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, T. V. Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 495-510.

Embrapa

Algodão

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



CGPE 8077